

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

**SMED jako metoda snižování plýtvání
ve výrobním procesu**

SMED as a Method of Reducing Waste
in the Production Process

Student:

Dominika Adamíková

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Schindlerová Vladimíra, Ph.D.

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Dominika Adamíková**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství
Téma: **SMED jako metoda snižování plýtvání ve výrobním procesu**
SMED as a Method of Reducing Waste in the Production Process

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska vybrané problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků s ohledem na řešenou oblast.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení a přínos pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:


ČSN ISO 690 (01 0197) *Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů*. Praha: ÚNMZ, 2011. 40 s.
KEŘKOVSKÝ, M. *Moderní přístupy k řízení výroby*. Vyd. 2. Praha: C. H. Beck, 2009. 137 s. ISBN 978-80-740-0119-2.
HLAVENKA, B. *Projektování výrobních systémů: technologické projekty*. Vyd. 3. Brno : CERM, 2005. ISBN 80-214-2871-6.
MAŠÍN, I., VYTLAČIL, M. *Cesty k vyšší produktivitě. Strategie založené na průmyslovém inženýrství*. Liberec. Institut průmyslového inženýrství. 1996, ISBN 80-902235-0-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018


Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.
vedoucí katedry



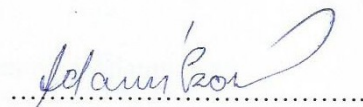

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použila interní údaje o pracovišti soustružny ve firmě Novogear s.r.o..

V Ostravě dne 21. května 2018

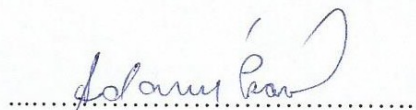


Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem si vědoma, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. května 2018



Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Dominika Adamíková

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Pražmo 219, 739 04 Pražmo

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ADAMÍKOVÁ, D. *SMED jako metoda snižování plýtvání ve výrobním procesu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2018, 52 s. Vedoucí: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zabývá implementací metody SMED, tedy rychlé výměny nástrojů na CNC stroji Mori Seiki SL 300 B ve firmě Novogear s.r.o. V teoretické části jsou popsány principy štíhlé výroby s důrazem na konkrétní metodu SMED a obecné postupy při zkracování přestavbových časů. Praktická část obsahuje analýzu současného stavu ve firmě, na jejímž základě bude navrženo řešení s využitím metody SMED, popřípadě identifikace zdrojů plýtvání a jejich následného vyřazení z procesu seřízení.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ADAMÍKOVÁ D., *SMED as a Method of Reducing Waste in the Production Process: Bachelor Thesis*. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2018, 52 p. Thesis head: Schindlerová, V.

This bachelor thesis deals with implementation SMED method, quick exchange of dies on CNC machine Mori Seiki SL 300 B in Novogear Inc.. In theoretical part are included principles of Lean Manufacturing with emphasis on specific method SMED and general procedures for rebuilding times reduction. Practical part includes analysis of the current state in company. On its base a solution will be proposed with SMED method and eventually identification of waste time and its exclusion from rebuilding process.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	7
Úvod	8
1 Teoretická východiska vybrané problematiky	9
1.1 Štíhlá výroba	9
1.2 Plýtvání v procesech výroby	12
1.3 Nástroje štíhlé výroby	13
1.4 Produktivita práce	15
1.5 SMED	16
1.6 Představení firmy	19
2 Analýza současného stavu	22
2.1 Štíhlá výroba v praxi	22
2.2 Popis pracoviště	23
2.3 Popis měření a analýza seřízení	25
2.3.1 Analýza 1. měření	25
2.3.2 Analýza 2. měření	27
2.3.3 Analýza 3. měření	28
2.3.4 Analýza 4. měření	29
3 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků	31
4 Návrh řešení	32
4.1 Aplikace SMED pro 1. měření	32
4.2 Aplikace SMED pro 2. měření	35
4.3 Aplikace SMED pro 3. měření	37
4.4 Aplikace SMED pro 4. měření	39
4.5 Návrhy k redukci časů a eliminaci plýtvání	41
5 Zhodnocení a přínos	44
Závěr	46
Literatura	47
Seznam příloh	52

Seznam použitých značek a symbolů

CNC – Computer Numerical Control – počítačově řízené systémy

JIT – Just in Time – přesné časování procesů

MD – Montáž/demontáž

MK – Měření a kontrola

P – Pohyb

PŘ – Příprava

SČ – Soustružení čelistí

SE – Seřízení polohy a rozměrů

SK – Soustružení kusu

SMED – Single Minute Exchange of Die – rychlá výměna nástrojů

SP – Studování postupu

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

TPM – Total Productivity Maintenance – systém údržby

VSM – Value Stream Mapping – metoda mapování hodnotových toků

ÚP – Úprava

Ú – Úklid

5S – metoda 5 kroků k pořádku na pracovišti

Úvod

Aby mohla být firma úspěšná a konkurenceschopná, musí být její výroba přesná, rychlá, s maximálním využitím zdrojů. Velice efektivní pro podnik může být zavedení principů „Štíhlé výroby“, jinak také Lean Manufacturing popř. Lean Production, a jejich jednotlivých nástrojů. Tato metodika je založena především na omezení plýtvání a maximálním zefektivnění výrobního procesu.

Firma Novogear s.r.o., ve které je bakalářská práce zpracována, se zabývá výrobou ozubených kol a převodových ústrojí, což je produkce velmi náročná na přesnost a kvalitu. Z tohoto důvodu se dlouhodobě snaží o implementaci jednotlivých nástrojů do provozu. Do této doby se jim podařilo úspěšně zařadit 5S a TPM.

Tato práce se věnuje především jedné z metod „Štíhlé výroby“, tzv. SMED (z ang. Single Minute Exchange of Die), tedy výměnou nástroje v „jedné minutě“. Podstatou metody je transponovat maximum činnosti z interních na externí, což v praxi znamená, že práce, které není nezbytně nutné vykonávat přímo na stroji a přerušit tím jeho provoz, budou vykonány mimo stroj, čímž můžeme zkrátit dobu prostojů stroje.

Cílem práce, po potřebné analýze, bude zhodnotit situaci a podle principů metody SMED se pokusit o převedení co největšího počtu činností interních na externí, popřípadě označit činnosti nepřidávající hodnotu a ty z procesu úplně vyřadit.

To by mělo vést ke zrychlení a zefektivnění přestavby stroje.

1 Teoretická východiska vybrané problematiky

Tato kapitola obsahuje teoretické poznatky potřebné pro pochopení zadané problematiky.

1.1 Štíhlá výroba

- **Historie štíhlé výroby**

Prvním průkopníkem v oblasti velkopřemyslové výroby automobilů se stal v roce 1908 Henry Ford, kdy oznámil výrobu nového modelu Ford T. Do roku 1927 se vyrobilo 15 000 000 kusů. Takovou slávu mu přinesl koncept velkovýroby i nízké ceny vozu.

Výrobní způsob, který přinesl H. Ford, spočíval především v jednorodosti výroby, hluboké dělbě práce, nuceném pohybu výroby s použitím dopravních pásů a také jednotném ústředním řízení práce. Henry Ford tyto principy nevynalezl, pouze je prakticky sloučil dohromady v jeden velkovýrobní proces.

Po 2. světové válce však Amerika pomalu ztrácela své postavení v oblasti průmyslu a začalo převažovat Japonsko. Jejich Toyota Production System, častěji známý jako „Štíhlá výroba“, byl další významný milník v historii automobilového průmyslu hned po Fordově hromadné výrobě¹.

- **Toyota Production System**

Toyota Motor Corporation, kterou založil Kiichiro Toyoda, se přes 30. léta 20. stol. probíjela primárně výrobou jednoduchých nákladních automobilů. Zpočátku vyráběla vozidla se špatnou kvalitou a měla jen malý úspěch.

Později však Japonci začali studovat americký výrobní systém, odkrývat jeho slabé stránky a vytvářet ve svůj dokonalý model. Vedení Toyoty navštívilo závod Ford a General Motors a studovalo jejich systém. Zjistilo se, že japonský trh nebyl přizpůsobený takovému výrobnímu množství jako v Americe. Toyota v tu dobu mohla na své lince vyprodukovat 10x menší množství za měsíc, než Ford.

Po 2. světové válce byla země zdevastovaná a lidé měli jen málo peněz. V tu dobu se vrátil tehdejší vlastník Toyoty Eiji Toyoda z cesty po výrobních závodech v Americe a pověřil tehdejšího ředitele výroby Taichi Ohno novým úkolem, a to zlepšit výrobní proces tak, aby dosahovali stejné produkce jako Ford. To byla pro malou Toyotu velká výzva².

Fordova hromadná výroba spočívala v produkci velkých objemů jednoho modelu vozu. Toyota potřebovala chrlit různé modely v malých objemech, na jedné lince, jelikož poptávka po jejich vozech byla příliš malá na to, aby si mohli dovolit novou linku.

Eiji Toyoda si během pozorování v továrnách Fordu všiml mnoha chyb a nedokonalostí, které výroba měla. Problém, který viděl, bylo množství materiálu a vybavení hromadících se na jednotlivých pozicích. Podíval se na účetnictví, kde zjistil, že manažeři jsou odměňováni za vytíženost pracovníků a strojů, což vedlo ke zbytečné nadprodukci a velmi nerovnoměrnému toku a že v dávkách byly vady, které se objevily až po několika týdnech. Celá pracoviště byla neuspořádaná a bez kontroly. To jim v budoucnu pomohlo vyvarovat se těmto chybám.

Taichi Ohno také podnikal cesty do Ameriky a studoval Fordovu knihu „*Today and Tomorrow*“. Z toho usoudil, že pokud chce Toyota uspět, musí zajistit plynulý tok a vytvořit dokonalou pohyblivou linku. Vybavený pomocným týmem mnohokrát prošel závodem a aplikoval principy Jidoka a one-piece-flow.

Jednou z věcí, kterou se v Americe inspiroval, byl tahový systém používaný v supermarketech. Zboží na policích bylo doplňováno, jakmile začalo docházet. V praxi to znamená, že pokud dochází na bezpečnou zásobu množství součástí, vyšle se signál k dodávce nových. Z těchto poznatků vytvořil propracovaný systém principů a metod Toyota Production System, jinak tedy zvaný „Štíhlá výroba“, či Lean Manufacturing/Production.

To co Ohno se svým týmem vymyslel, nebyl směr jen pro Toyotu. Vytvořili systém použitelný pro kohokoli a později také velmi rozšířený².

- **Charakteristika Štíhlé výroby**

Do dnešní doby se trhy neustále vyvíjí a dnes, více než kdy dříve, je důležitá orientace na zákazníka. Pokud chce podnik dobře konkurovat, musí být schopen přizpůsobit se individuálním potřebám zákazníků. Tím prudce roste variabilita vyráběných produktů a přitom musí dosahovat stejně vysoké kvality, rychlosti a přesnosti dodávek s minimálními náklady, jako to bývá u hromadné velkovýroby. S tím může při správné aplikaci pomoci právě „Štíhlá výroba“.

Pojem „lean“, čili štíhlý, vznikl v 90. letech minulého století v Massachusettském institutu technologie (MIT) v Bostnu⁵.

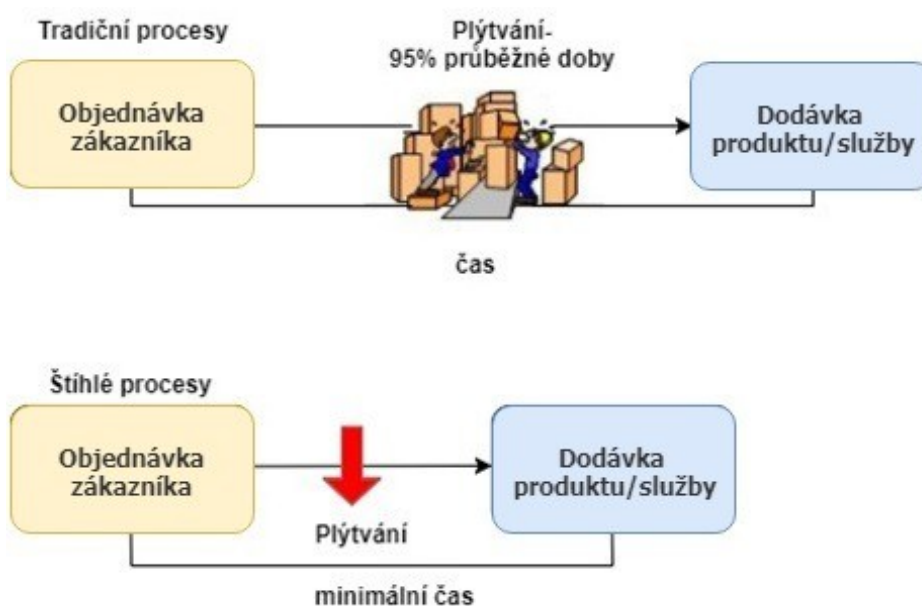
Štíhlá výroba je pouze část štíhlého podniku. Jak již z názvu vyplývá, je to část zaměřená na výrobu. Pokud však chceme peníze vydělávat rychleji a efektivněji, nemůžeme se zaměřit pouze na proces výroby. Proto je štíhlý podnik celá firemní struktura, která se skládá ze štíhlé výroby, štíhlé administrativy, štíhlého vývoje a štíhlé logistiky. Takový podnik nestojí jen na metodách a nástrojích. Jsou to především lidé, jejich motivace, znalosti a postoj k práci, tudíž je třeba mít dokonale propracovaný management znalostí a rozvíjet podnikovou kulturu³.



Obr. 1: Struktura štíhlého podniku³

Štíhlost podniku spočívá v tom, že děláme jen činnosti, které jsou potřebné, děláme je správně napoprvé a rychleji než ostatní, navíc za méně peněz a s menším úsilím.

Cílem je zkrácení času v řetězci dodavatel-zákazník tím, že eliminuje plýtvání v procesech³.

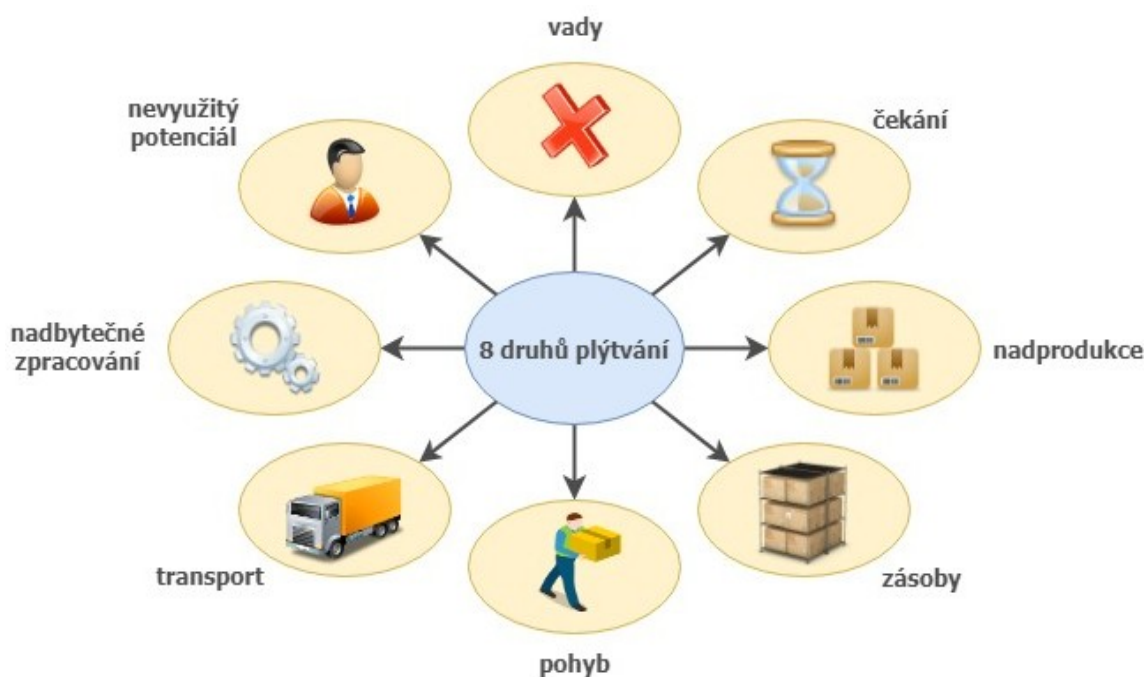


Obr. 2: Procesy výroby⁵

1.2 Plýtvání v procesech výroby

Plýtvání je vše, co zvyšuje náklady, aniž by přidávalo hodnotu výrobku nebo službě. V Japonsku se pro něj používá výraz „muda“ v Americe „waste“, popř. v Německu „verschwendung“.

Rozlišujeme základních 7 druhů plýtvání a nově 8., které bychom měli z procesu odstranit:



Obr. 3: 8 zdrojů plýtvání (vlastní zprac.)

1. **Přeprava – Transport:** Nadbytečná přeprava materiálu či výrobku. Procesy by měly na sebe přímo navazovat a materiálový tok být nastaven tak, aby mezi nimi nebyly velké mezery.
2. **Zásoby – Inventory:** Skladování materiálu, výrobků, popř. informací, které nevyužijeme. Pokud ze zásob nevytvoříme produkt, který následně prodáme, nemáme z nich zisk. Jsou to pouze náklady na uskladnění, balení, atd. Proto se snažíme zásoby eliminovat.
3. **Pohyb – Motion:** Zbytečné pohyby jsou všechny, které nejsou také malé nebo tak snadné, jak by měly. Např. zvedání těžkých břemen ze země, přecházení mezi pracovišti, ale také zbytečné pohyby strojů (robotů). To vše stojí peníze, v lidech může vyvolávat stres a stroje se zbytečně opotřebovávají.
4. **Čekání – Waiting:** Pokud 2 procesy nejsou synchronizovány tak, aby na sebe přesně navazovaly, vzniká prostor pro čekání. Čekáme na kontrolu, dodávku materiálu, opravu stroje, atd. To vše jsou prostoje a stojí nás peníze^{6,7}.

5. **Nadprodukce – Overproduction:** Děláme příliš mnoho, nebo příliš brzo. Nadprodukce vede k velkým zásobám, které pak způsobují mnoho problémů. Cílem by mělo být vytvářet přesně to, co je v danou chvíli třeba. S tím souvisí filozofie JIT.
6. **Nadbytečné zpracování - Over-processing:** Používáme nevhodné techniky, nadměrné vybavení nebo pracujeme s příliš malými tolerancemi, tedy provádíme procesy, které zákazník nevyžaduje.
7. **Vady – Defections:** Každý vadný kus stojí čas peníze, které musíme vynaložit na jeho opravu. Jestliže se dostane až k zákazníkovi, může to vést i k jeho ztrátě. Proto je třeba se zaměřit na příčiny vzniku a ty se snažit odstranit.
8. **Nevyužitý potenciál zaměstnanců – Not-Utilizing Talent:** nedostatečné využívání talentu/potenciálu, nevyslyšení nápadů a návrhů může vést ke snížené produkci. Společnost může těžit z nápadů přicházejících ze všech úrovní podniku. Zaměstnanci se budou cítit potřební a mohou být lépe motivováni^{6,7}.

1.3 Nástroje štíhlé výroby

Filozofií těchto nástrojů je neustálé drobné zlepšování, jejichž kumulace tvoří v konečném důsledku stabilní rozvoj efektivity výroby. Právě ta drobná zlepšení však mohou být problémem, jelikož mnohým manažerům se taková opatření zdají tak triviální, že by se jimi ani nechtěli zabývat. Faktem zůstává, že právě tyto metody vynesly Toyotu na špičku automobilového trhu. Musí být však doprovázeny sofistikovaným systémem řízení a plánování.

Primárním faktorem je čas. Je prokázáno, že minimalizace výrobních i nevýrobních časů je tím parametrem, který určuje následný růst i ekonomických parametrů. Jak již bylo řečeno, je třeba nejprve určit, které činnosti přidávají hodnotu a které ne. K tomu nám slouží metoda VSM-Value Stream Mapping - komplexní metoda, jež pomáhá kvalifikovat jednotlivé činnosti a odhaluje úzká místa. Na jejím základě můžeme některé činnosti omezit, či zcela eliminovat, čímž zkrátíme jednotlivé časy. Mimo to zjistíme úzká místa, která budou nejvíce vhodná k implementaci jednotlivých metod⁸.

- **TPM** - totálně produktivní údržba - prediktivní, autonomní a kvalitní údržba strojů. Hlavní roli přejímá obsluha zařízení, prohlubují se jejich znalosti, je zde prostor pro týmovou práci. Sestavené týmy pracují na co nejefektivnějším zlepšení stavu strojů a odstranění příčin ztrát času¹⁰.

- **5S** - základem je pořádek na pracovišti, k tomu nám tato metoda pomůže. Metoda přinese čistá a organizovaná pracoviště, která mohou zaujmout potencionálního zákazníka, třídění vede k odhalení abnormalit na nástrojích a nářadí, můžeme odhalit zdroje plýtvání v podobě nadbytku nástrojů a materiálu, eliminujeme překážky a zdlouhavé hledání, navíc přidá na bezpečnosti, produktivitě i kvalitě práce⁹.

5S - vychází z pěti japonských slov:

- **Seiri** (Sortovat) – oddělit potřebné od nepotřebných,
- **Seiton** (Systematizovat) – třídit a umístit tak, aby bylo vše přehledně uložené a snadno dohledatelné,
- **Seiso** (Stále čistit) – pravidelné udržování čistoty na pracovišti a v jeho okolí,
- **Seiketsu** (Standardizovat) – neustálé a opakované zlepšování organizace práce,
- **Shitsuke** (Sebedisciplína) – udržovat dokonalý pořádek a 4 předchozí S na pracovišti⁹.

- **Kanban** - metoda založena na systému tahu, tedy výroba „na objednávku“. Kanban je karta, která charakterizuje produkt a putuje s ním výrobním systémem. Komponenty jsou dodávány, až ve chvíli kdy jsou potřeba, nevytváří se nadprodukce ani zbytečné zásoby. Tím se sníží plýtvání a náklady na skladování. Navíc Kanban viditelně odhalí problémy ve výrobě, jelikož se tok okamžitě zastaví¹¹.

- **Standardizace** - standard je nejlepší možný způsob, kterým lze provést určitou činnost. Standardizace je základní prvek zlepšování výroby. Standardizovaný proces může být jednotně řízen, měřen a porovnáván, z toho můžou plynout další zlepšení.

Ve výrobě můžou být standardy na pracovištích ve formě postupů s obrázky a vysvětlením. To urychlí školení nových zaměstnanců a redukuje případné pochybení¹².

- **Kaizen** - je systém kontinuálního zlepšení. Kaizen jako takový, je základem štihlé výroby. Je to ono neustálé zlepšování po malých krůčcích. Tento proces zlepšování zahrnuje všechny pracovníky od manažerů až po dělníky. Základem Kaizen je, že každému zlepšení se musí věnovat pozornost a všichni pracovníci se ho mohou zúčastnit. Dříve než se zavede je však nutné ho důkladně analyzovat. Je zde důležitá úloha pracovního týmu a vlastní iniciativa pracovníků, stejně tak jako podpora vedení shora¹³.

- **Poka-Yoke** - pokud je většina vad ve výrobě způsobena chybou např. nepozorností pracovníka, je vhodné využít systém Poka-Yoke, neboli „chyběvzdornost“, pokud ji lze aplikovat. Je to systém, který má zabránit vzniku vady. Může být v podobě jednoduchého technického prostředku, značky apod¹⁴.
- **Týmová práce** - je základem pro správné fungování štíhlého podniku, je to způsob organizace práce založený na spolupráci a zapojení všech členů týmu na řešení problémů. Využívá různé zkušenosti členů týmu, jednotlivci mají společný cíl i společnou zodpovědnost. Nese sebou zlepšení vztahů na pracovišti, větší motivaci pracovníků a v neposlední řadě zlepšení firemní kultury¹⁵.
- **SMED** - rychlá výměna nástrojů. Systematický proces pro snížení prostojů. Využijeme jej především tam, kde je velká variabilita zakázek a je potřeba častější přetypování stroje. Touto metodou se budeme blíže zabývat v další z kapitol¹⁶.

1.4 Produktivita práce

V rámci globalizace a rostoucího konkurenčního prostředí je dnes pro řadu firem rozhodující produktivita. Aby na tomto trhu přežily, musí být schopny vyrobit kvalitní produkt, za nižší náklady než ostatní. Úkolem firmy by mělo být zjistit jak efektivně využít zdrojů, zlepšit produktivitu práce, materiály, energie, technologie, a pružně reagovat na poptávku zákazníků.

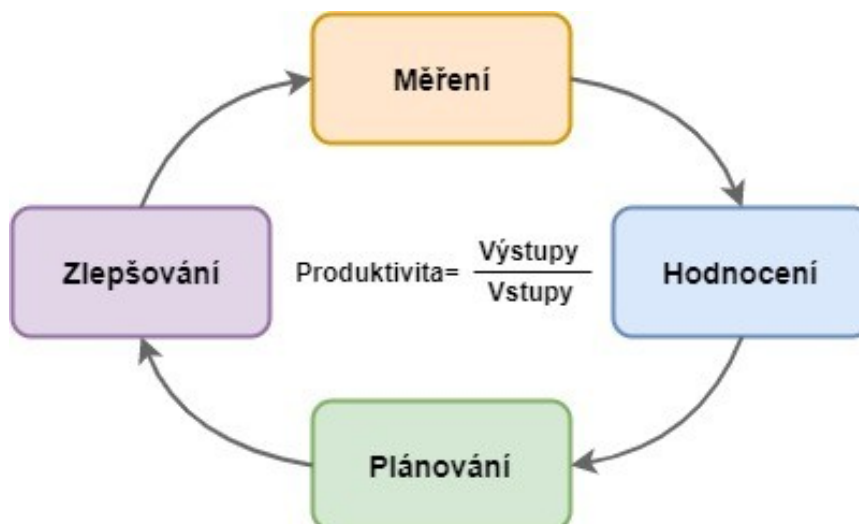
Důvodů pro zvyšování produktivity je hned několik. Jestliže je produktivita nízká, naše produkty budou nákladnější, tudíž budeme muset zvýšit cenu, to může vést ke snížení tržeb, následnému snížení výroby a to povede k dalšímu poklesu produktivity. Pokud však budeme produktivitu zvyšovat, můžeme nabýt větší zisk díky sníženým nákladům, tím pádem budeme moci například přidat zaměstnancům pro jejich větší spokojenost a zvýšení životní úrovně.

Snaha o reagování na dynamiku trhu a konkurenci, vede podniky ke snaze vytvořit vhodnou strategii s využitím moderních technologií, metod a nástrojů.

Produktivita je ať už přímo, či nepřímo ovlivňována několika faktory. Jsou to například metody a postupy, využití vstupů, kvalita zařízení, stav ekonomické situace, úroveň metodik průmyslového inženýrství, atd⁴.

Můžeme ji popsat jako míru, jak dobře jsou využity vstupní zdroje při vytváření produktu neboli výstupu. Jako vstupy můžeme označit lidskou práci, materiál, kapitál, či stroje a zařízení. Výstupy můžeme uvádět v jednotkách či objemech (tunách, kusech), popř. v peněžních jednotkách, jako cenu produkce.

Průmyslové inženýrství se zabývá implementací metod pro zvýšení produktivity. Jedním z těchto nástrojů je SMED⁴.



Obr. 4: Cyklus zvyšování produktivity¹⁹

1.5 SMED

Přeměnou trhu došlo k tomu, že jsou podniky nuceny vyrábět menší dávky a stále častěji měnit zakázky. Klíčem není optimalizace výrobních dávek, jak se mohlo zdát, ale redukce časů na přestavení. Tuto metodu vymyslel, téměř 20 let testoval a zdokonaloval Shingeo Shingo pro Toyotu³.

Názorným příkladem perfektního provedení SMED mimo prostředí průmyslu je výměna kol na formulích při závodech. Díky podrobné analýze operace, rozdělení elementárních úkonů v týmu a v neposlední řadě tréninku výměna trvá jen několik málo vteřin.

Implementace této metody přispívá ke snížení všech 8 zdrojů plýtvání.

- **Historie**

Jak již bylo řečeno, zakladatelem této metody byl během 50. a 60. let 20. století Shingeo Shingo, který ji vymyslel a poprvé uplatnil na karosářský lis v automobilové továrně. Jeho úkolem bylo snížit náklady a zvýšit kapacitu. To se mu nakonec povedlo, právě díky snížení času výměny forem na stroji, z řádu hodin na minuty²⁰.

V 70. letech Toyota zavedla SMED do svého provozu, což výrazně přispělo k jejímu rychlému a flexibilnímu přizpůsobení poptávce trhu²⁰.

- **Základní princip SMED**

Čas seřizování je parametr, na který se musíme zaměřit. Je to doba potřebná od ukončení výroby posledního kusu na výměnu nástrojů, přípravků, nastavení nového nářadí, doladění, odzkoušení až do výroby prvního dobrého kusu.

V praxi jsou obvykle na tyto optimalizace sestaveny celé pracovní týmy. Zkracování časů probíhá průběžně změnami organizace přestavby, standardizací seřízení, tréninku, aplikací pomůcek a technickými úpravami strojů, z několika hodin až na minuty.

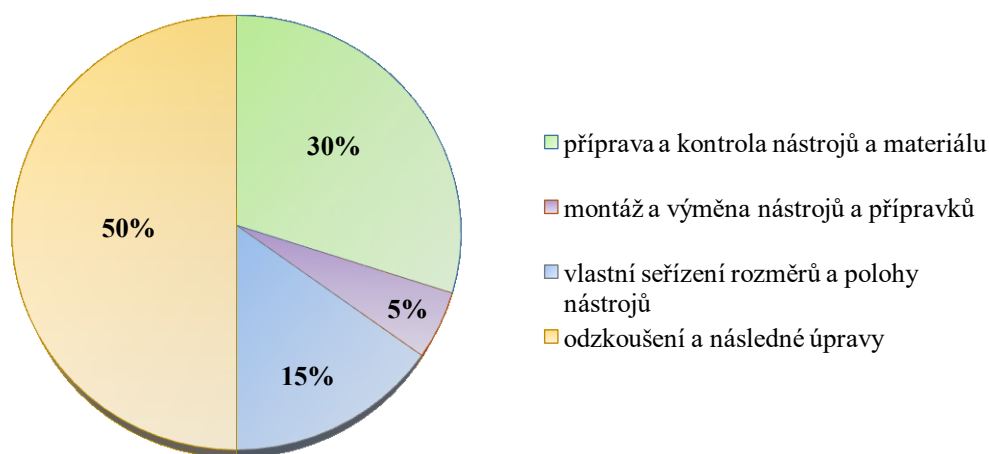
Shingeo Shingo zjistil, že pouze převedením prací vykonávaných při vypnutém stroji na práce při chodu stroje můžeme redukovat 30-50 % času³.

Tuto metodu je však vhodné použít především na pracoviště, kde vznikají velké ztráty častou přestavbou stroje a které jsou úzkým místem výroby.

Při počátku zavádění je vhodné, aby se optimalizovaná zakázka objevovala alespoň jednou týdně z důvodu potřebného monitorování a tréninku. Navíc by mělo být zaváděno v úzkých místech, jelikož úspora v přestavbě nevytváří hodnotu, pokud je problém ve výrobní technologii²¹.

Seřízení záleží na typu operace a zařízení, obecně se však skládá:

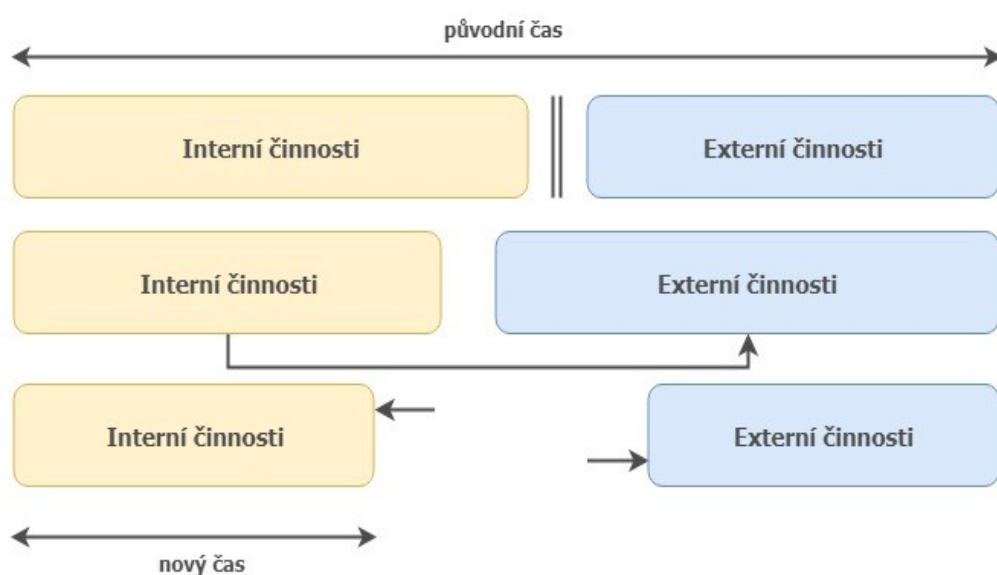
1. příprava,
2. montáž,
3. vlastní seřízení,
4. odzkoušení a úprav.



Graf 1: Kroky při seřizování strojů³

Při redukci těchto časů můžeme použít následující postup:

1. Oddělíme práci, která musí být vykonána nezbytně při vypnutém stroji a práci, kterou lze vykonat i při běhu stroje, tzn., rozdělíme činnosti na interní – při vypnutém stroji, a externí – při chodu stroje.
2. Redukujeme interní časy, stále více úkonů se bude provádět externě, např. pomocí přichystaného nářadí a nástrojů, předem nastavené polohy a rozměrů, dalšího pracovníka, atd..
3. Zlepšování a redukce obou časů. Pomoci může především dobře organizované pracoviště, prostředky pro usnadnění a urychlení nastavení dorazů, upínání nástrojů a další³.



Obr. 5: Princip SMED³

Plýtvání v procesu přetypování je především:

- při přípravě: nedostatečné naplánování práce, chůze pro nářadí/nástroje/apod.,
- při montáži a demontáži: hledání, chybějící materiál, pozorování práce ostatních, čekání, studování dokumentace, atd.,
- při seřizování, nastavení polohy a zkouškách - několikanásobné najíždění rozměrů, doladování korekcí,
- čekání na zahájení výroby - čekání na kontrolu, čekání na zahřátí stroje, atd.³.

Kvalita přetypování záleží na 3 klíčových aspektech - technických vlastnostech strojů a nástrojů, organizaci práce a využitých metodách. Důležitou součástí je také motivace zaměstnanců. Jestliže je jeden z aspektů zanedbáván, nemůžeme dosáhnout kvalitních výsledků²².

Kde metodu uplatnit:

- v úzkých místech výroby,
- v místech, kde přestavba ubírá značný čas,
- v místech, kde se častěji opakuje stejná zakázka³.

1.6 Představení firmy

- **Základní informace a historie**

Novogear s.r.o. je s dalšími 4 závody dceřinou společností skupiny Humbel. V této době je z nich největší. Další pobočky nalezneme v Německu, Švýcarsku, Rumunsku a nově pro rostoucí asijský trh také v Thajsku¹⁸.



Obr. 6: Poloha závodů společnosti HUMBEL¹⁸

Historie začíná v roce 1928 ve Švýcarsku, kdy Wilhelm Humbel, diplomovaný strojní mechanik vybavený všemi znalostmi a zkušenostmi z oblasti strojího průmyslu, zakládá podnik „Zahnradfabrik W. Humbel“ ve vlastním domě s jedním strojem s produkcí prvních ozubených kol¹⁸.



Obr. 7: První výrobní prostory¹⁸

V roce 1949 po rocích tvrdé práce vytvořil W. Humbel základ pro solidní podnik. Výrobu průběžně doplňoval novými stroji a rozšířil prostory na 400 m². Společně se svými syny se později přejmenovali na „Zahnrad Fabrik W. Humbel u. Songe AG“.

V září roku 1964 byla v obci Kradolf otevřena nová výroba. Moderní budova poskytovala dostatek prostoru pro rozšíření i lepší pracovní podmínky.

V roce 1966 se společnost rozloučila se svým zakladatelem Wilhelmem Humblem st., díky jeho neúnavné práci byly položeny základy pro dlouhodobý úspěch stabilní společnosti. Následně společnost vedl syn Wilhelm Humbel ml. a od roku 2012 vnuk Urs Humbel.

V roce 1993 otevřeli první pobočku ve střední a východní Evropě - Novogear Technologies. V roce 2000 začali stavět novou halu ve Frýdku-Místku a v roce 2005 ji navíc rozšířili o halu pro montáže a kalírnu¹⁸.



Obr. 8: Nová výrobní hala v ČR¹⁸

- **Výrobní program**

Tato společnost se zabývá výrobou ozubených dílů v modelové řadě 0,5-12 mm, dle specifických požadavků zákazníků, od prototypu až po sériovou výrobu. Díly jsou dodávány do širokého spektra odvětví od textilních strojů po části závodních vozů¹⁷.

Příklady výrobků:



Obr. 9: Přímé ozubení¹⁷



Obr. 10: Vnitřní ozubení¹⁷



Obr. 11: Kuželové ozubení¹⁷



Obr. 12: Šikmé ozubení¹⁷

V oblasti vývoje předmětu podnikání se společnost orientuje na dodávky montážních skupin, převodovek a realizaci dalších operací dle požadavků zákazníka¹⁷.

2 Analýza současného stavu

Výroba zde není jen sériová a zpracovává velké množství různých zakázek, v různých dávkách. Často se objevují nové zakázky, popřípadě prototypy, které se již dále nemusí ve výrobě objevit. Z tohoto důvodu je jen velmi malá možnost vytvořit určitý standard při seřizování, kterým by se mohli řídit všichni pracovníci na daném stroji, tudíž se spoléhá na know-how každého zaměstnance.

Nově příchozí pracovník je proškolen pracovníkem stávajícím a 3 měsíce pracuje pod jeho vedením. Z tohoto hlediska velmi záleží na schopnostech obou zaměstnanců.

Školitelem se obvykle stává nejvíce schopný pracovník na daném stroji. Pak také záleží na potenciálu nového zaměstnance, jak je kreativní a schopný poradit si v různých situacích, jelikož neexistuje žádný standardizovaný jízdní řád seřízení. Existuje však tzv. kalkulačka, která alespoň dodává představu o délce přestavby a jednotlivých úkonů. Je vytvořena dle programu dané zakázky a pracovník tak přibližně ví, jak dlouho má trvat dané seřízení.

NOVOGEAR

TECHNOLOGIES

Výpočet seřizovacího času - Stroj 2123

ID33811

Zakázka747542

Operace2/2

Nástroje	počet nástrojů	4	16 min
Upínky	počet upínek	3	9 min
Centrování nástroje	počet nástrojů	3	30 min
Středový doraz	Ano = 1 Ne=0	0	0 min
Čelisti	Měkké čelisti = M Tvrdé čelisti = T	M	14 min
Nahrání programu	Ano=1 Ne=0	1	6 min
Kůň	Ano=1 Ne=0	0	0 min
Sjždění kusu	Kusový čas:	14,5	7,25 min
Kontrola 1. kusu	Jednoduchá = 1 Složitější = 2 Složitá = 3	1	5 min

Celkový čas :

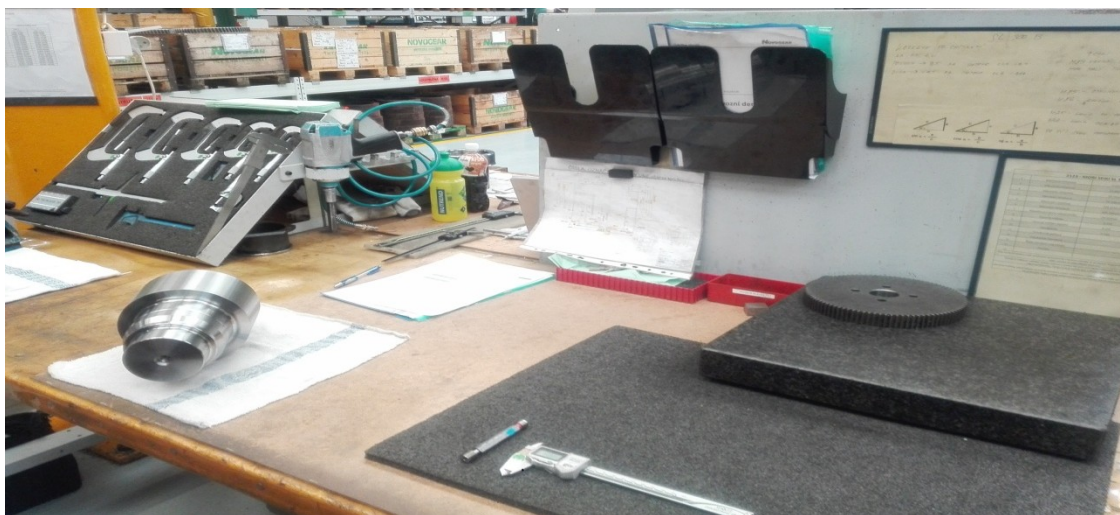
94 min

		Poznámky
3 min/ks	1 min/ks	Montáž, demontáž
1,5 min/ks	1,5 min	Montáž, demontáž
	10 min/ks	Centrování
	5 min	Montáž, demontáž
	7 min	Tvrdé čelisti
	14 min	Měkké čelisti
	6 min	Nahrání + úprava programu
	3 min	Přijetí ke kusu (manuální), výměna dorazu, nastavení pozic
50%		
	5 min	
	10 min	
	15 min	

Obr. 13: Kalkulačka časů

2.1 Štíhlá výroba v praxi

Ve firmě Novogear před několika lety zavedli metodu 5S, kterou již mají zaměstnanci poměrně vžitou. Skříňky na jednotlivých pracovištích mají označené šuplíky a každá pracovní pomůcka má přesně určené místo. Pracovník je naučený si ve volné chvíli uklidit svou pracovní plochu, pak nedochází k hromadění pomůcek a jejich následnému hledání.



Obr. 14: Pracovní plocha



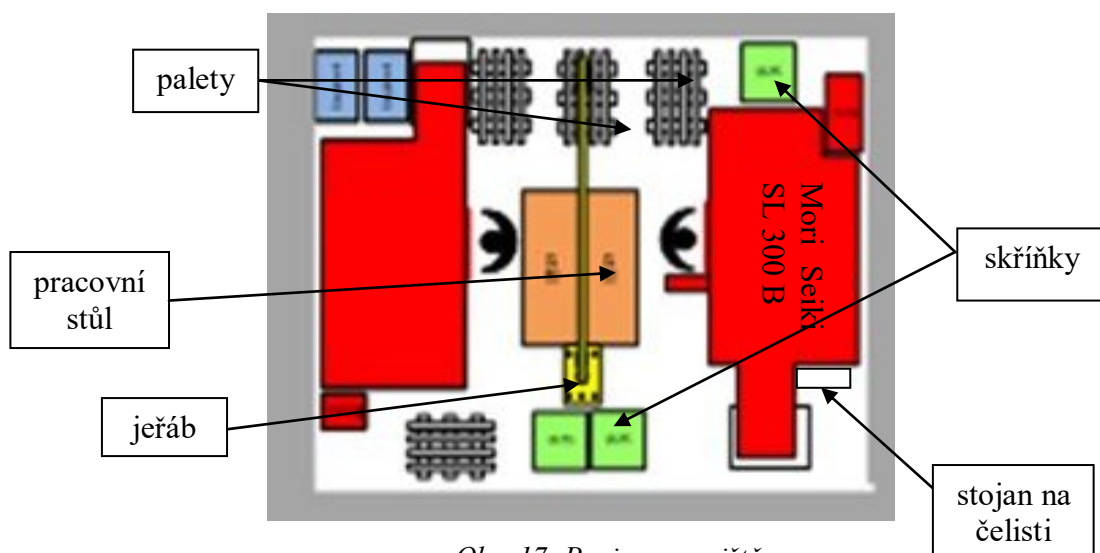
Obr. 15: Uspořádání šuplíku



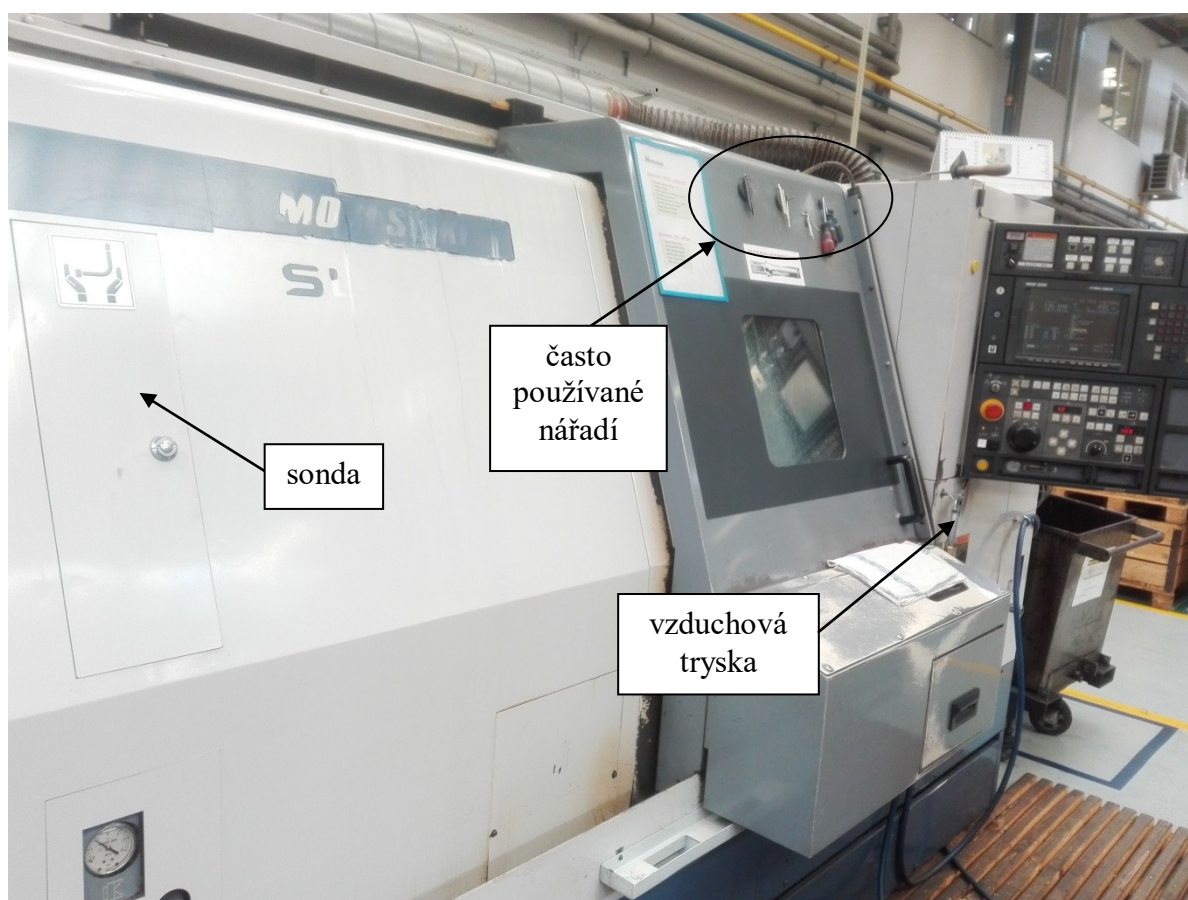
Obr. 16: Uspořádání šuplíku

2.2 Popis pracoviště

Měření je provedeno na CNC soustruhu Mori Seiki SL 300 B. Nachází se při vstupu do výrobní haly a tedy i vzdálenosti k potřebným místům, jako je výdejna a sklad kusů je mírně delší. U pravého boku stroje je umístěn stojan s čelistmi, další stojan je umístěn přibližně 5 m dále. Naproti se nachází pracovní stůl a skřínky s šuplíky, ve kterých jsou uloženy pracovní pomůcky, na levém boku jsou další pracovní prostředky jako kleštiny, vložky na nože, atd. Na stroji má pomocí magnetu uchyceno několik imbusových klíčů k montáži/demontáži nožů v hlavě a šroubováky k výměně plátků. Na levé straně je přímo ve stroji umístěna sonda nutná k nastavení nulových bodů a u dveří zavěšená vzduchová tryska. K dispozici je také jeřáb společný pro 2 pracoviště.



Obr. 17: Popis pracoviště



Obr. 18: Popis stroje

2.3 Popis měření a analýza seřízení

Pro snadnější orientaci a analýzu byly činnosti vykonané během přestavby rozděleny do 10 kategorií, které jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1: Kategorie činností

Zkratka	název	popis
MD	Montáž/ demonáž	Všechny činnosti související s utahováním či povolováním spojů.
PŘ	Příprava	Nástrojů/materiálu/pomůcek, úkony potřebné k plné funkčnosti
ÚP	Úprava programu	Zásah do programu, přepisování dat. Nahrání/vyhrání programu do/ze stroje.
MK	Měření a kontrola	Rychlé přeměření během soustružení kusu, kompletní měření po dokončení 1. kusu, vizuální kontrola i kontrola měřidly, kontrola 1. kusu kolegou.
SE	Seřízení polohy a rozměrů	Nastavení nulových bodů, dotekování nástrojů, je zde řazeno i centrování, tj. nastavení polohy kusu v čelistech.
SK	Soustružení kusu	Samotná operace. Tento čas je jediný, který je nemožné změnit v rámci této práce.
SČ	Soustružení čelistí	přípravná práce, kdy čelisti musí pracovník opravit na přesný rozměr plochy uchycení kusu. Při špatném uchycení, dochází k vysoké házivosti kusu a také riziku havárie stroje.
SP	Studování postupu	Studování technologického postupu, výkresu i postupu zadaného v programu.
P	Pohyb	Všechny pohyb vykonaný mimo svůj pracovní prostor.
Ú	Úklid	Úklid pracovní plochy, náradí, apod..

2.3.1 Analýza 1. měření

Kompletní tabulka s měřením je uvedena jako příloha A.

Měření probíhalo při přestavbě jedné zakázky z první operace na druhou. Jednalo se o novou zakázku, program není vyladěný, a tedy vyhotovení zabere více času.

Pracovník nastudoval pokyny k zakázce. Výhodou je, že některé nové postupy jsou již popsány v českém jazyce, kdežto starší jsou německy, což může hlavně nově příchozím podstatně zkomplikovat práci.

Jako první musel namontovat nástroje a čelisti, následuje nastavení všech nulových bodů nástrojů tzv. „chytání“ s pomocí sondy. Poté je potřeba obrobit čelisti na požadovaný průměr uchycení. K soustružení čelistí se používá kroužek, který se vloží do vnitřního průměru čelistí, ty jej pak sepnou a osoustruží se podle něj, což zaručuje následné přesné uchycení kusu. Jelikož byl první průměr zvolen špatně musel pracovník zajít pro nový. Jakmile je kus uchycen, vycentruje se, aby házivost byla přibližně 0,001 mm, a přichází první spuštění programu.

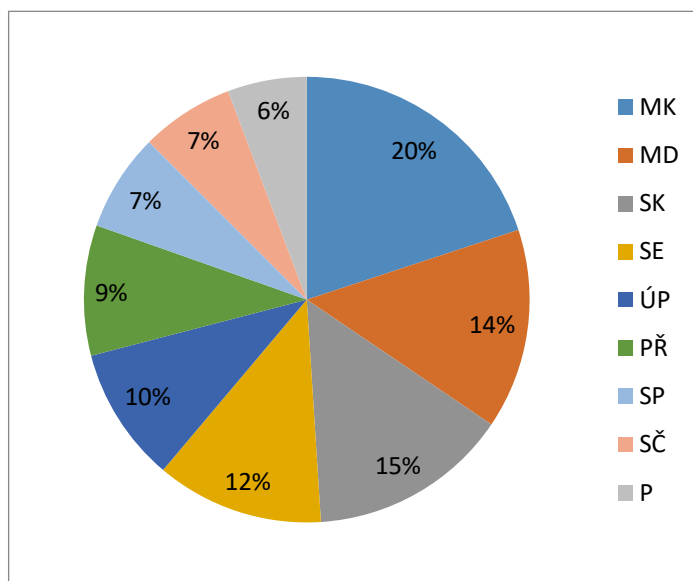
První spuštění pracovník pozorně hlídá a kus je soustružen nízkou rychlostí, aby bylo v případě potřeby možné okamžitě zasáhnout. Také jej po každém mezikroku kontrolně přeměří.

Po dokončení je 1. kus proměřen a doladěny data zadané v programu. Pak je nutné vyhledat kolegu k provedení kontroly, jestliže je kus v pořádku zapíše se kontrola do pracovního postupu i s podpisem kontrolora.

Na základě tohoto měření byla data rozdělena do kategorií a provedena analýza činností.

Tab. 2: Analýza 1. měření

Kategorie	čas [min]	zastoupení [%]
MK	14.75	20
MD	10.75	14
SK	10.75	15
SE	9	12
ÚP	7.25	10
PŘ	7	9
SP	5.25	7
SČ	5	7
P	4.25	6
Ú	0	0



Graf 1: Zastoupení jednotlivých kategorií 1.měření

Z analýzy lze vyčíst, že nejvíce času zabírá měření a kontrola (MK), což je způsobeno velkou mírou sebekontroly - časté přeměřování a kontrola s postupem. Avšak ve výrobě náročné na přesnost a kvalitu je to nedílná součást přestavby.

Dále montáž/demontáž (MD), kdy byly měněny 3 nástroje (2 nože a navrtávák), plátky nožů a čelisti, které ještě v jednom kroku byly posunuty o jeden zub na správný průměr.

Seřízení polohy a rozměru (SE) souvisí s vytažením sondy, nastavení nožů a po výměně nože za správný ještě jednou. Stejně nastavení nulového bodu na Z-souřadnici proběhlo 2x, kvůli špatnému průměru kroužku.

Úprava programu (ÚP) byla prodloužena o špatně zapsaná data, která musel pracovník opravit.

Příprava (P), studování postupu (SP) a pohyb (P) zabírají dohromady přibližně 17 minut a je to čas, který by měl ze své větší části spadat do externích činností.

2.3.2 Analýza 2. měření

Kompletní tabulka s měřením je označena jako příloha B.

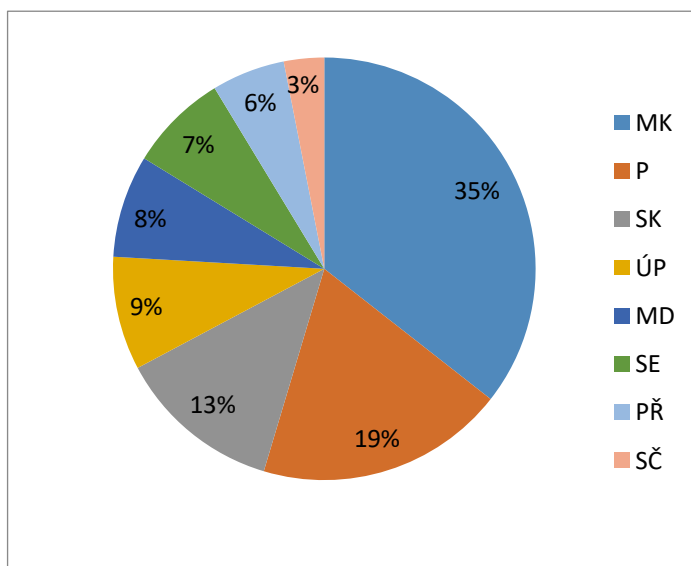
Jedná se o přestavbu stejné zakázky, bude soustružena druhá strana obrobku.

Jelikož je třeba hřídel uchytit za nový rozměr, musí pracovník znovu upravit čelisti na požadovaný průměr a navíc namontovat hrot pro pevné uchycení obrobku. Následuje opětovné nastavení nulových bodů a kontrola házivosti kusu.

Po dokončení, při kontrole házivosti mezi hroty byla zjištěna vysoká hodnota, proto proběhla konzultace s mistrem. Problém se vyřešil výměnou hrotu a při dokončení 2. kusu již byly naměřené hodnoty v normě.

Tab. 3: Analýza 2. měření

Kategorie	čas [min]	zastoupení [%]
MK	31.75	35
P	17	19
SK	11.25	13
ÚP	7.75	9
MD	7	8
SE	6.75	7
PŘ	5	6
SČ	2.75	3
Ú	0	0
SP	0	0



Graf 2: Zastoupení jednotlivých kategorií 2. měření

Zde je rovněž největší podíl času zastoupen měřením a kontrolou (MK), jak z důvodu sebekontroly, tak i projevené chyby v hodnotě házivosti. Ta byla následně konzultována se zkušenějšími kolegy i mistrem, a po provedení nápravy byl již druhý kus správný.

Další je na řadě pohyb (P), který je spjatý s činnostmi, víceméně přípravnými a mohly být provedeny před počátkem seřizování až na přivezení hrotů, kdy pracovník nemohl předpokládat jejich potřebu.

Montáž a demontáž (MD) se nepatrně prodloužila o čas výměny hrotu. Hodnoty ostatních kategorií jsou v rámci dané situace v normě.

Studování postupu (SP) nebylo potřeba díky nastudování během předchozího seřízení a úklid (Ú) byl správně proveden až po seřízení.

2.3.3 Analýza 3. měření

Kompletní tabulka s měřením je označena jako příloha C.

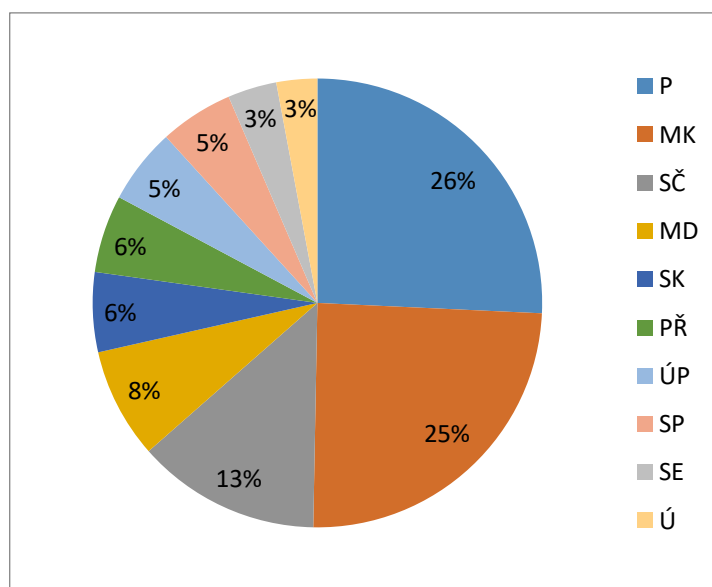
Přestavba stroje na novou zakázku.

Po dokončení předešlé zakázky je třeba ji ze stroje vyhrát program s nově vytvořenými úpravami - nedostatky které pracovník během operace zjistil, ty zapíše přes počítač do programu a uloží. Pak může nahrát program pro další zakázku. Poté si pracovník nachystá potřebné nástroje a materiál. Jelikož se jedná o velký průměr, které se běžně na tomto stroji nedělá, je problém najít nejvíce vhodné čelisti. Ty je nutné následně upravit - osoustružit, dokud kus nebude upnut s požadovanou házivostí. Následuje pomalé soustružení 1. kusu.

Po obrobení je rozměr zkontrolován dutinoměrem, který však pravděpodobně nebyl přesný, a tak je kus odnesen na úsek kontroly a přeměřen pomocí 3D měřicího zařízení, kde byla správnost rozměru potvrzena.

Tab. 4: Analýza 3. měření

kategorie	čas [min]	zastoupení [%]
P	43.75	26
MK	41.75	25
SČ	22.5	13
MD	13.5	8
SK	9.75	6
PŘ	9.5	6
ÚP	9.25	5
SP	9	5
SE	6	3
Ú	5	3



Graf 3: Zastoupení jednotlivých kategorií 3. měření

Zde je nejvyšší čas zastoupen kategorií Pohyb (P) z důvodu dlouhého hledání vhodných čelistí, chůze do výdejny, která byla napoprvé zavřená a hledání etalonu pro kalibraci dutinoměru.

Následuje měření a kontrola (MK), čas se prodloužil díky kontrole díry dutinoměrem, který měřil špatné hodnoty, což bylo konzultováno se zkušenějšími kolegy a díl byl poslán na měření 3D. Zde se objevila ojedinělá porucha, která opět dobu měření prodloužila.

Soustružení čelistí (SČ) díky nestandardním rozměrům zastupuje větší procento než obvykle, bylo nutné odebrat velkou plochu čelistí.

V přípravě nástrojů (PŘ) se objevuje ražení čelistí, což znamená vyražení čísel pořadí, jak byly umístěny ve sklíčidle. To usnadní práci při opětovném použití v budoucnu, ale provedeno mohlo být mimo dobu seřízení.

Z doby úpravy programu (ÚP) bylo 6 min vzato vyhráním programu, kdy pracovník přepisoval nová data a zapisoval poznámky, které přispějí k budoucímu rychlejšímu vyhotovení této zakázky.

Úklid (Ú) by mohl být proveden mimo dobu seřízení, avšak kvůli mimořádné návštěvě byl proveden ihned.

2.3.4 Analýza 4. měření

Kompletní tabulka s měřením je označena jako příloha D.

Seřízení jedné zakázky - obrábění druhé strany kusu. Jedná se o zaběhnutou zakázku, program je prakticky vyladěný.

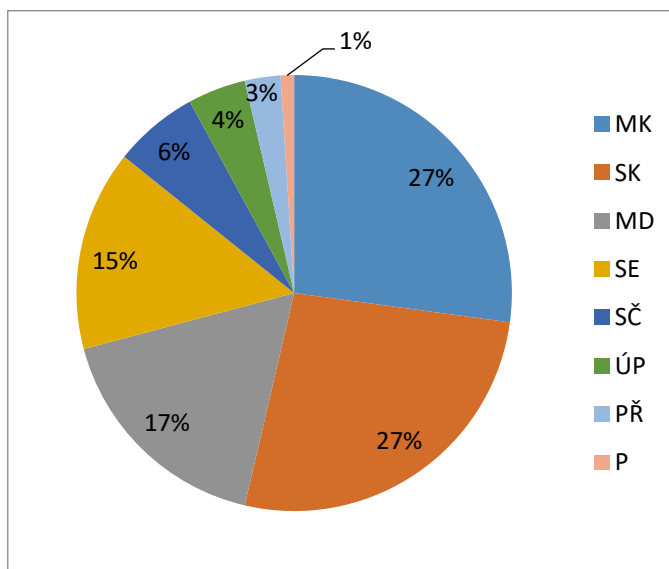
Čelisti je třeba jen mírně upravit, v programu si pracovník vytvoří několik úprav, dle aktuálních potřeb a situace.

Z důvodu vytvoření díry a závitu pracovník několikrát propočítával délku potřebnou k vyvrtávání a po každém kroku kontroloval přeměřením.

Nově vytvořený závit je také nutné zkontrolovat kalibrem. Zmetkovitá strana neprošla, tudíž je závit v pořádku a může proběhnout kontrola kolegou.

Tab. 5: Analýza 4. měření

kategorie	čas [min]	zastoupení [%]
MK	20.5	27
SK	20	27
MD	13	17
SE	11.25	15
SČ	4.75	6
ÚP	3.25	4
PŘ	2	4
P	0.75	0
Ú	0	0
SP	0	0



Graf 4: Zastoupení jednotlivých kategorií 4. měření

Na prvním místě se opět objevuje měření a kontrola (MK), kde skoro 13 min probíhá kontrola 1. kusu kolegou, to bylo způsobeno velkým počtem rozměrů.

Jelikož byly na operaci potřeba 4 nástroje, trvá jejich výměna delší dobu (MD). Staré nástroje je třeba povolit, vyklepat, vyfoukat hlavu, vyměnit za nové a utáhnout.

V programu nebyla zadána délka, tu bylo třeba přepočítat a opravit, to se projevilo v čase seřízení (SE), dále nastavení 4 nástrojů zabralo více času (SE).

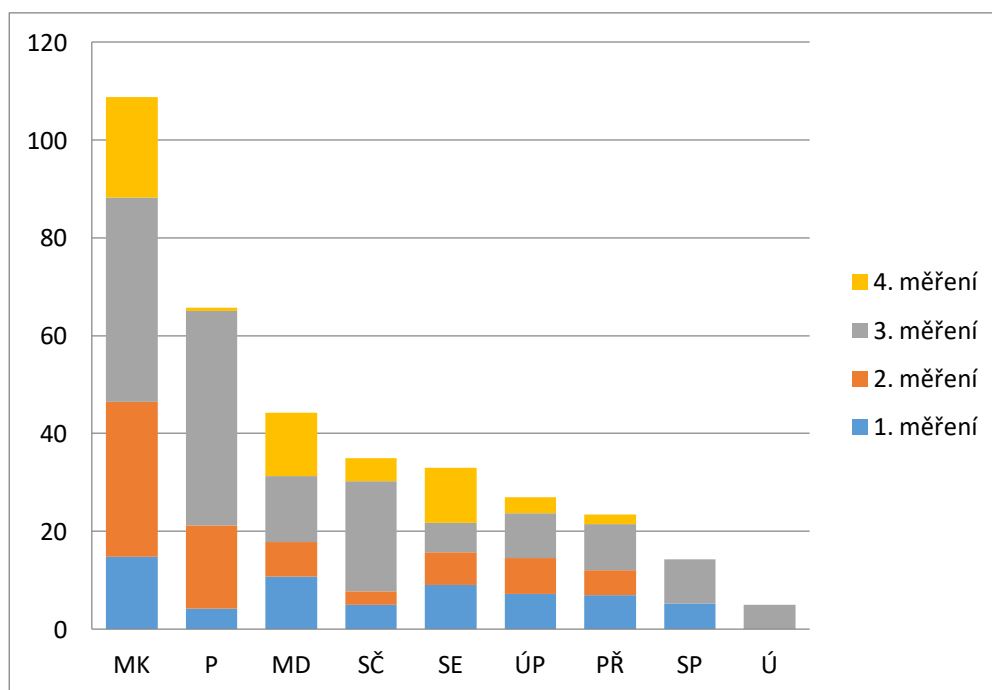
3 Vyhodnocení analýzy, specifikace požadavků

Vzhledem k tomu, že všechny práce byly prováděny během seřízení, byl podíl interních činností 100%.

Z analýzy lze vyčíst, že průměrem všech měření zabere nejvíce času měření a kontrola (MK), pohyb (P) a montáž/demontáž (MD). Čas soustružení kusu (SK) nelze změnit, proto není zahrnut do vyhodnocení.

Tab. 6: Shrnutí dat analýzy (uvedené hodnoty jsou minutách)

kat.	1. měření	2. měření	3. měření	4. měření
MK	14.75	31.75	41.75	20.5
P	4.25	17	43.75	0.75
MD	10.75	7	13.5	13
SČ	5	2.75	22.5	4.75
SE	9	6.75	6	11.25
ÚP	7.25	7.25	9.25	3.25
PŘ	7	5	9.5	2
SP	5.25	0	9	0
Ú	0	0	5	0



Graf 5: Shrnutí dat analýzy (uvedené hodnoty jsou minutách)

Cílem práce je podle metody SMED interní činnosti vhodné k přesunutí, přesunout mezi externí, popřípadě některé úplně vyřadit jako plýtvání. Následně je žádoucí redukovat obě skupiny časů.

4 Návrh řešení

Data byla barevně rozdělena do 3 skupin:

- bílá – interní činnosti (INT) – činnosti prováděné během přestavby,
- zelená – externí činnosti (EXT) – činnosti přesunuty před nebo za dobu seřízení,
- červená – plýtvání (PLÝTVÁNÍ) – činností vhodné k vyřazení z procesu.

4.1 Aplikace SMED pro 1. měření

Z měření byly vyjmuty činnosti, které se dají provést před začátkem seřízení. Tedy činnosti jako příprava nástrojů a výměna plátků nožů, příprava vhodných čelistí, nastudování postupu a nadepsání štítků na hotové kusy – ty byly převedeny do činností externích (EXT).

Jako PLÝTVÁNÍ je označeno přinesením nového kroužku, jelikož si pracovník mohl vzít najednou několik rozměrů a nenosit je po kuse, dále opětovné studování postupu, který již mohl být nastudovaný, avšak zde je trochu sporné, jaká je paměť pracovníka. Pak také dvojité oprava chyby, která je jeden ze zdrojů plýtvání a neměla by se v procesu objevit.

Tab. 7: Aplikace SMED pro 1. měření

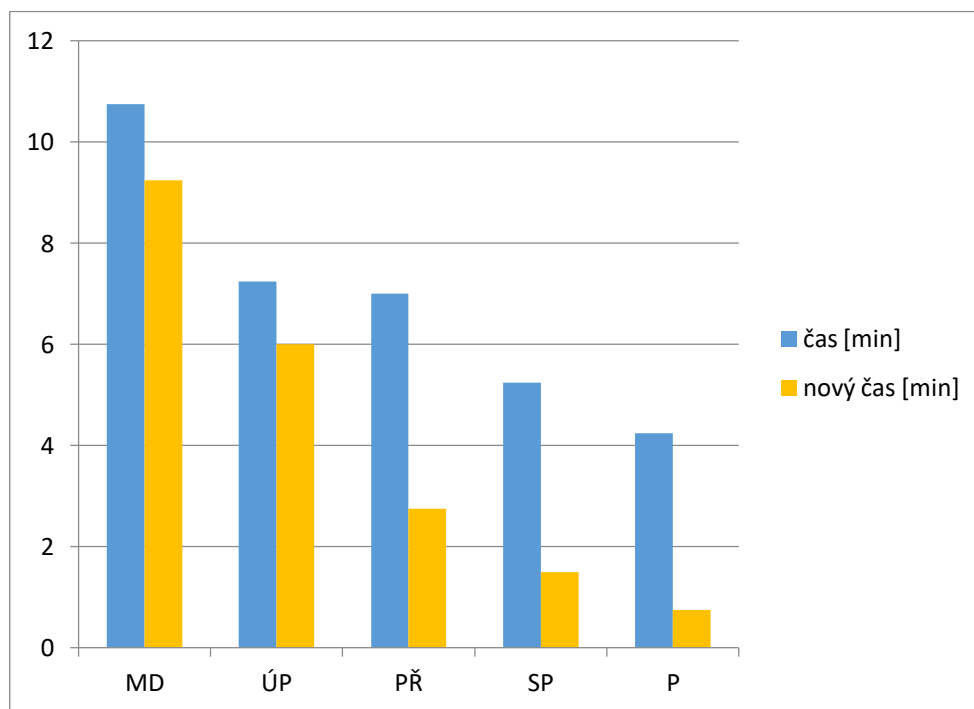
Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
studování postupu	3	3	SP	EXT
sundání čelistí	0.75	3.75	MD	INT
čištění hlavy	0.25	4	PŘ	INT
výměna 1. nástroje	0.75	4.75	MD	INT
přinesení kleštiny	0.25	5	P	EXT
nasazení kleštiny a navrtávačku	0.5	5.5	MD	INT
výměna 3. nástroje	1.5	7	MD	INT
výměna plátku nože	1.5	8.5	MD	EXT
nastavení nulových bodů nástrojů	2.25	10.75	SE	INT
příprava čelistí	2.25	13	PŘ	EXT
přinesení nového nože	1.5	14.5	P	EXT
nasazení a upevnění čelistí	1.25	15.75	MD	INT
zkoušení nového nože	0.75	16.5	MK	INT
upevnění nového nože	2.25	18.75	MD	INT
nastavení nulového bodu nového nástroje	1.25	20	SE	INT
nastavení nulového bodu Z	1	21	SE	INT
přinesení kroužku	0.75	21.75	P	INT
uložení kroužku do čelistí	1.5	23.25	PŘ	INT
soustružení čelistí	1.5	24.75	SČ	INT
přinesení nového kroužku	0.75	25.5	P	PLÝTVÁNÍ

Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
zkoušení průměru	0.5	26	MK	INT
zadání průměru do programu	1.25	27.25	ÚP	INT
spuštění programu	0.75	28	SČ	INT
přeměření	0.25	28.25	MK	INT
posunutí čelistí	1.25	29.5	MD	INT
upevnění kroužku	0.5	30	PŘ	INT
nastavení nulového bodu Z	0.75	30.75	SE	INT
úprava programu	0.5	31.25	ÚP	INT
Výměna plátku nože	1	32.25	MD	INT
oprava povrchu čelistí	2.75	35	SČ	INT
upnutí 1. kusu	0.25	35.25	PŘ	INT
kontrola házivosti	1.5	36.75	MK	INT
centrování	0.75	37.5	SE	INT
navolení programu 2. operace	0.5	38	ÚP	INT
strojové nastavení nulového bodu nože	1.5	39.5	SE	INT
spuštění programu	0.75	40.25	SK	INT
vytažení kusu	0.25	40.5	PŘ	INT
přeměření délky	0.75	41.25	MK	INT
studování postupu	0.75	42	SP	PLÝTVÁNÍ
vycentrování	1.5	43.5	SE	INT
úprava programu	3	46.5	ÚP	INT
pomalé soustružení kusu	2.5	49	SK	INT
zastavení a oprava chyby	0.75	49.75	ÚP	PLÝTVÁNÍ
soustružení kusu	3	52.75	SK	INT
přeměření průměru	0.5	53.25	MK	INT
oprava chyby	0.5	53.75	ÚP	PLÝTVÁNÍ
soustružení kusu	0.75	54.5	SK	INT
ladění korekcí	0.75	55.25	ÚP	INT
měření průměrů	0.75	56	MK	INT
kontrola s programem a výkresem	2	58	MK	INT
spuštění programu	0.5	58.5	SK	INT
přeměření	1.25	59.75	MK	INT
soustružení kusu	1	60.75	SK	INT
přeměření	0.5	61.25	MK	INT
spuštění navrtávání	0.75	62	SK	INT
přeměření navrtaného průměru	1	63	MK	INT
navrtávání	0.75	63.75	SK	INT
přeměření	0.5	64.25	MK	INT
navrtávání	0.75	65	SK	INT
přeměření	0.25	65.25	MK	INT
hledání kolegy na kontrolu	1	66.25	P	PLÝTVÁNÍ
provedení kontroly 1. kusu kolegou	4.25	70.5	MK	INT
studování postupu	1.5	72	SP	INT
příprava štítků na kusy	2	74	PŘ	EXT

Kategorie pohyb (P) a studování postupu (SP) by měly být nulové, pracovník však nezná potřebný průměr kroužku, vkládaného do čelistí do té doby, než čelisti upevní. Tedy pro kroužek si jde až po započetí seřízení. Z důvodu velké sebekontroly, je také nutné občas postup znova nastudovat a ověřit správnost rozměrů.

Tab. 8: Nové časy pro 1. měření

kategorie	čas [min]	nový čas [min]
MK	14.75	14.75
MD	10.75	9.25
SK	10.75	10.75
SE	9	9
ÚP	7.25	6
PŘ	7	2.75
SP	5.25	1.5
SČ	5	5
P	4.25	0.75
Ú	0	0
celkový čas	74	59.75



Graf 6: Úspory času 1. měření

Po aplikaci metody SMED bylo provedeno zhodnocení a po snížení většiny časů úspora na 1. seřízení činí 14.25 min.

4.2 Aplikace SMED pro 2. měření

Potřebné nástroje a materiál již mohly být nachystány před začátkem seřízení, zařazují do externích činností (EXT).

Kroužek znova mohl být donesen v několika rozměrech, tedy je činnost označena jako PLÝTVÁNÍ. Stejně tak přinesení nového hrotu, z důvodu vadného původního, který měl být již vyřazen.

PLÝTVÁNÍ je také kontrola kolegy, která nebyla závěrečná po dokončení 1. kusu a poté co proběhla porada s mistrem, byla zbytečná. Hledání kolegy na kontrolu je také čas ztrátový – tedy plýtvání.

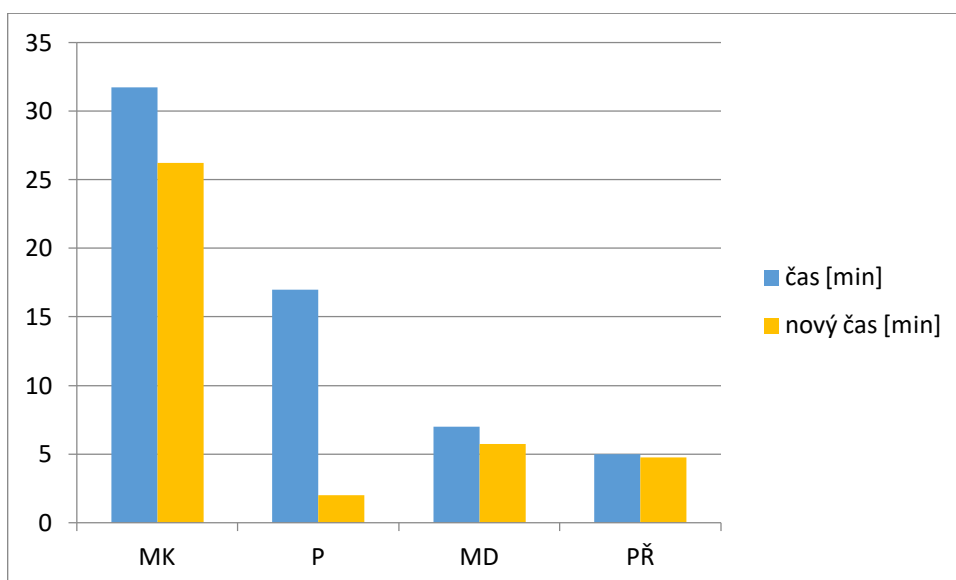
Tab. 9: Aplikace SMED pro 2. měření

Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
hledání nových čelistí a hrotu	1.75	1.75	P	EXT
demontáž čelistí	0.5	2.25	MD	INT
očištění sklíčidla	1	3.25	PŘ	INT
nastavení nulového bodu Z	0.75	4	SE	INT
hledání nových čelistí	1.5	5.5	P	PLÝTVÁNÍ
příprava čelistí	0.25	5.75	PŘ	EXT
upnutí čelistí	2.75	8.5	MD	INT
nastavení nulového bodu Z	0.75	9.25	SE	INT
donesení kroužku	1.75	11	P	INT
vložení kroužku	0.25	11.25	PŘ	INT
nastavení v programu	1.5	12.75	ÚP	INT
soustružení čelistí	1.25	14	SČ	INT
přinesení nového kroužku	1.75	15.75	P	PLÝTVÁNÍ
soustružení čelistí	1.5	17.25	SČ	INT
upnutí 1. kusu	1	18.25	PŘ	INT
navolení programu 3. operace	0.75	19	ÚP	INT
výměna nože	1.25	20.25	MD	INT
Donesení plátku z výdejny	2.75	23	P	EXT
Výměna plátku nože	1.25	24.25	MD	EXT
nastavení nulového bodu nástroje	3.75	28	SE	INT
upnutí 1. kusu	0.5	28.5	PŘ	INT
nasazení hrotu	1.25	29.75	MD	INT
Donesení oleje	0.75	30.5	P	EXT
mazání koníku	0.5	31	PŘ	INT
nastavení koníku a tlaku	1.25	32.25	PŘ	INT
kontrola házivosti	2	34.25	MK	INT
nastavení nulového bodu Z	1.5	35.75	SE	INT
kontrola krajních souřadnic	1.25	37	MK	INT
úprava programu	2.5	39.5	ÚP	INT
spuštění programu	2	41.5	SK	INT
přeměření kusu	0.25	41.75	MK	INT
pomalé spuštění	4	45.75	SK	INT
přeměření	3.75	49.5	MK	INT

Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
spuštění	3	52.5	ÚP	INT
přeměření	1.25	53.75	MK	INT
dovezení hrotů k měření kusu	0.25	54	P	INT
měření kusu	2.75	56.75	MK	INT
porada s mistrem	3.25	60	MK	INT
kontrola kolegu	5.5	65.5	MK	PLÝTVÁNÍ
donesení nového hrotu a upevnění	2.75	68.25	P	PLÝTVÁNÍ
upnutí 2. kusu	0.25	68.5	PŘ	INT
kontrola házivosti	1.25	69.75	MK	INT
měření předešlého kusu	1.25	71	MK	INT
hledání kolegy na kontrolu	0.75	71.75	P	PLÝTVÁNÍ
kontrola 1. kusu kolegu	3.25	75	MK	INT
kontrola upnutí a programu	1.5	76.5	MK	INT
spuštění programu	3	79.5	SK	INT
přeměření	1	80.5	MK	INT
spuštění programu	2.25	82.75	SK	INT
přeměření	1.75	84.5	MK	INT
kontrola 2.kusu kolegu	1.75	86.25	MK	INT
přichystání palety	3	89.25	P	EXT

Tab. 10: Nové časy pro 2. měření

kategorie	čas [min]	nový čas [min]
MK	31.75	26.25
P	17	2
SK	11.25	11.25
ÚP	7.75	7.75
MD	7	5.75
SE	6.75	6.75
PŘ	5	4.75
SČ	2.75	2.75
Ú	0	0
SP	0	0
celkový čas	89.25	67.25



Graf 7: Úspory času 2. měření

Vyřazením zdrojů plýtvání a přesunutím interních činností na externí dochází k největšímu snížení na pohybu (P) a celková úspora času na 2. seřízení je 22 min.

4.3 Aplikace SMED pro 3. měření

Do externích činností (EXT) je zařazen úklid pracoviště, příprava nástrojů, materiálu a měřidel, kalibrace měřidel. To vše mohlo proběhnout při běhu předešlé zakázky a ražení čelistí naopak po dokončení seřízení.

Hledání etalonu pro dutinoměr je označeno jako PLÝTVÁNÍ, jelikož se etalon nenacházel na svém místě uložení. Hledání čelistí by odpadlo, jestliže by si pracovník nachystal před seřízením několik vhodných typů, tedy také plýtvání.

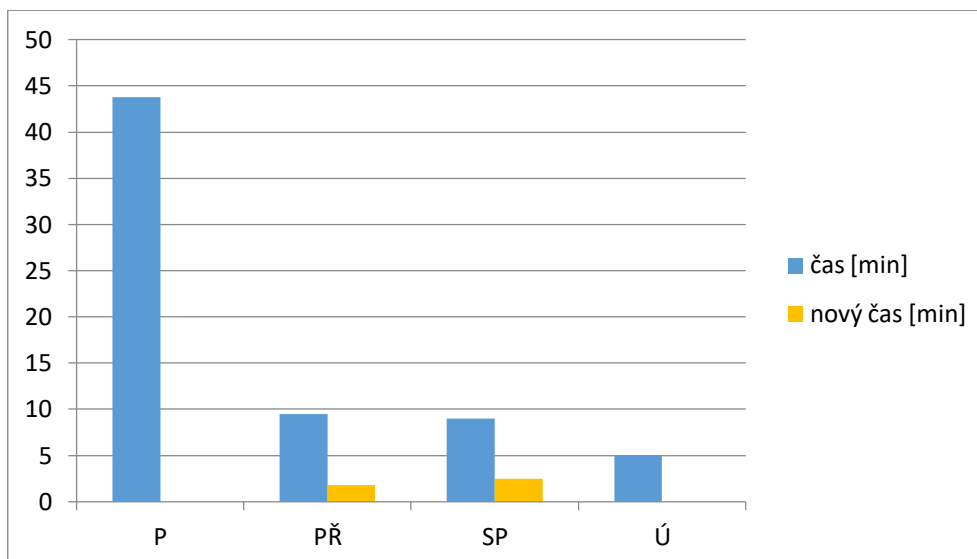
Tab. 11: Aplikace SMED pro 3. měření

Popis činností	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
vyhrání předešlého programu	6.5	6.5	ÚP	INT
úklid pracoviště	1.5	8	Ú	EXT
dovezení kusů k další zakázce	0.5	8.5	P	EXT
nahrání nového programu	0.5	9	ÚP	INT
studování postupu	3.75	12.75	SP	EXT
chůze do výdejny	1.75	14.5	P	EXT
studování postupu	2.75	17.25	SP	EXT
hledání čelistí	5	22.25	P	EXT
ražení demontovaných čelistí	5.25	27.5	PŘ	EXT
zkouška čelistí	1	28.5	MK	INT
hledání čelistí	16.75	45.25	P	PLÝTVÁNÍ
montáž čelistí	3	48.25	MD	INT

Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
výměna nástroje	2.25	50.5	MD	INT
soustružení čelistí	15	65.5	SČ	INT
odzkoušení kusu v čelistech	1	66.5	MK	INT
výměna kamenů	1.75	68.25	PŘ	INT
úklid pracoviště	3.5	71.75	Ú	PLÝTVÁNÍ
soustružení čelistí	2.25	74	SČ	INT
odzkoušení kusu v čelistech	0.25	74.25	MK	INT
soustružení čelistí	5.25	79.5	SČ	INT
upnutí kusu a kontrola házivosti	2	81.5	MK	INT
odchod do výdejny a hledání nože	13.75	95.25	P	PLÝTVÁNÍ
hledání etalonu pro dutinoměr	6	101.25	P	PLÝTVÁNÍ
demontáž a montáž nože a upínky	8.25	109.5	MD	INT
nastavení nulového bodu nástroje	2.75	112.25	SE	INT
úprava programu	2.25	114.5	ÚP	INT
studování postupu z programu	2.5	117	SP	INT
nastavení nulového bodu Z	3.25	120.25	SE	INT
kalibrace dutinoměru	2.5	122.75	PŘ	EXT
pomalé obrábění 1. kusu	3.5	126.25	SK	INT
přeměření	2.25	128.5	MK	INT
pomalé obrábění 1. kusu	3.25	131.75	SK	INT
přeměření	1.5	133.25	MK	INT
pomalé obrábění 1. kusu	3	136.25	SK	INT
přeměření a porada s kolegy	10.75	147	MK	INT
kontrola na 3D	23	170	MK	INT

Tab. 12: Nové časy pro 3. měření

kategorie	čas [min]	nový čas [min]
P	43.75	0
MK	41.75	41.75
SČ	22.5	22.5
MD	13.5	13.5
SK	9.75	9.75
PŘ	9.5	1.75
ÚP	9.25	9.25
SP	9	2.5
SE	6	6
Ú	5	0
celkový čas	170	107



Graf 8: Úspory času 3. měření

Pohyb (P) a úklid (Ú) se podařilo úplně zredukovat, čas přípravy (PŘ) a studování postupu (SP) se o několik minut zmenšil. Celková úspora 3. seřízení činí 63 min.

4.4 Aplikace SMED pro 4. měření

Nástroje, materiál i čelisti byly přichystány, jediné co mohl pracovník udělat před započítím seřízení je vyměnit plátky v nožích - činnost je zařazena do externích.

Dále délka v programu byla špatně zadána programátorem, tedy oprava je označena jako plýtvání.

Tab. 13: Aplikace SMED pro 4. měření

Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
demontáž čelistí	1.25	1.25	MD	INT
čištění sklíčidla	0.25	1.5	PŘ	INT
navolení nože a nastavení průměru	1	2.5	SE	INT
montáž čelistí	1.5	4	MD	INT
zkoušení vzdálenosti na Z-ose	1	5	SE	INT
donesení kroužku	0.75	5.75	P	INT
zadání délky do programu	2.25	8	SE	PLÝTVÁNÍ
soustružení čelistí	4.75	12.75	SČ	INT
upnutí 1. kusu	1.25	14	PŘ	INT
kontrola házivosti	1	15	MK	INT
úprava programu	1	16	ÚP	INT
výměna nástrojů	7.75	23.75	MD	INT
výměna plátků	2.5	26.25	MD	EXT
nastavení nulových bodů nástrojů	4	30.25	SE	INT
úprava korekcí	2.25	32.5	ÚP	INT
nastavení nulového bodu Z	3	35.5	SE	INT

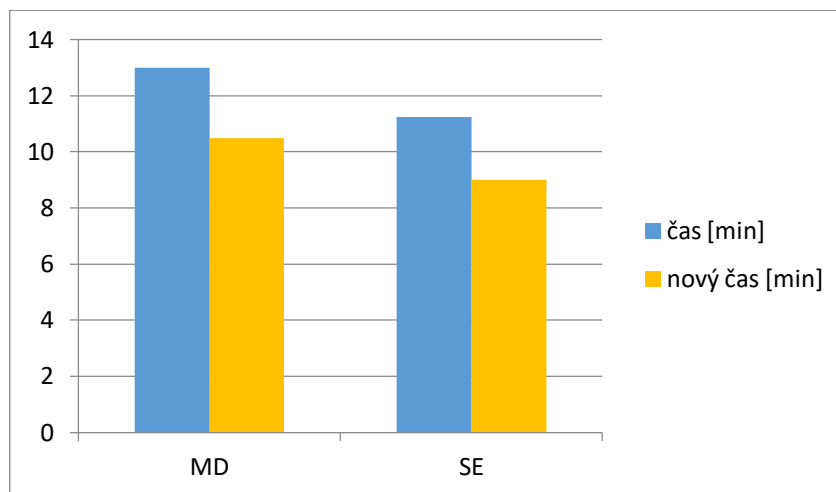
Popis činnosti	délka [min]	mezičas [min]	kat.	INT/EXT
kontrola házivosti	1.75	37.25	MK	INT
odzkoušení 1. nože z programu	1	38.25	SK	INT
kontrola programu	0.25	38.5	MK	INT
spuštění programu	10.5	49	SK	INT
přeměření	1.25	50.25	MK	INT
spuštění na hotovo	2	52.25	SK	INT
přeměření	0.5	52.75	MK	INT
spuštění programu	1	53.75	SK	INT
přeměření nástroje vrtáku	0.25	54	MK	INT
spuštění programu	2.5	56.5	SK	INT
očištění, vyfoukání	0.25	56.75	PŘ	INT
spuštění programu	1.75	58.5	SK	INT
přeměření	1	59.5	MK	INT
spuštění na hotovo	0.75	60.25	SK	INT
přeměření	0.25	60.5	MK	INT
mazání závitu	0.25	60.75	PŘ	INT
spuštění programu	0.5	61.25	SK	INT
kontrola závitu kalibrem	1.5	62.75	MK	INT
kontrola 1. kusu kolegou	12.75	75.5	MK	INT

V tomto případě se činnosti navíc prakticky neobjevují, bylo by vhodné zapracovat na redukcí interních časů. Například kontrola 1. kusu by mohla trvat o něco méně, byla-li by provedena kvalifikovaným pracovníkem.

Možné rozšíření použití pneumatického náradí i na výměnu nástrojů, by mohla čas montáže zkrátit.

Tab. 14: Nové časy pro 4. měření

kategorie	čas [min]	nový čas [min]
MK	20.5	20.5
SK	20	20
MD	13	10.5
SE	11.25	9
SČ	4.75	4.75
ÚP	3.25	3.25
PŘ	2	2
P	0.75	0.75
Ú	0	0
SP	0	0
celkový čas	75.5	70.75



Graf 9: Úspory času 4. měření

Po aplikace SMED došlo k drobnému zmenšení času Montáže/demontáže (MD) a seřízení (SE), celková úspora na 3. měření je 4,75 min.

4.5 Návrhy k redukci časů a eliminaci plýtvání

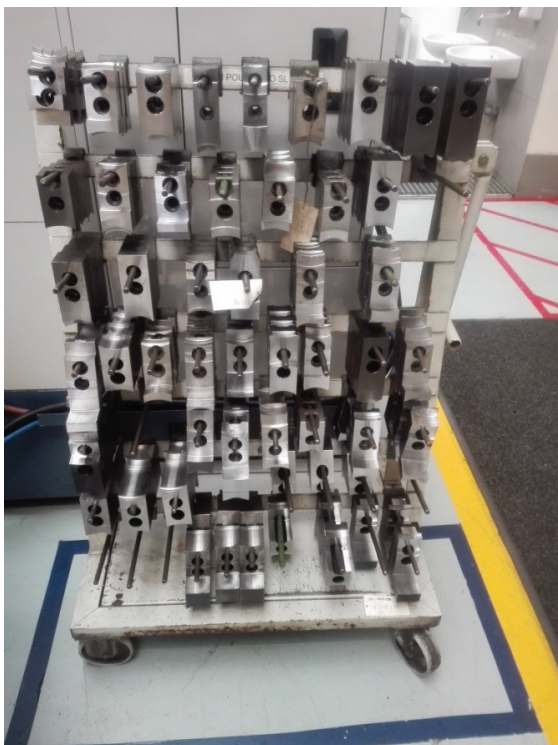
- Kontrola a měření - tyto časy by se daly redukovat, jestliže by kontrolu prováděl kvalifikovaný pracovník (např. technická podpora), z těchto důvodů:
 1. Předešlo by se hledání a čekání na kolegu, který má čas a je ochotný provést kontrolu, pracovníci tuto činnost neradi provádějí, je to pro ně neproduktivní čas, navíc při chybě v kontrole padá vina i na ně.
 2. Nadřízený pracovník má kompetence rozhodovat o tom jaké odchylky mohou projít a jaké nikoliv, navíc je schopný odhadnout z čeho chyby vznikly a mohou být tedy odstraněny bez dalšího hledání mistra a následné porady.

K rychlému oznámení potřeby kontroly, zjištění nesrovnalostí v kvalitě nebo v případě potřeby porady by mohly sloužit například ruční radiostanice, umístěné v kanceláři a na úseku soustružny.

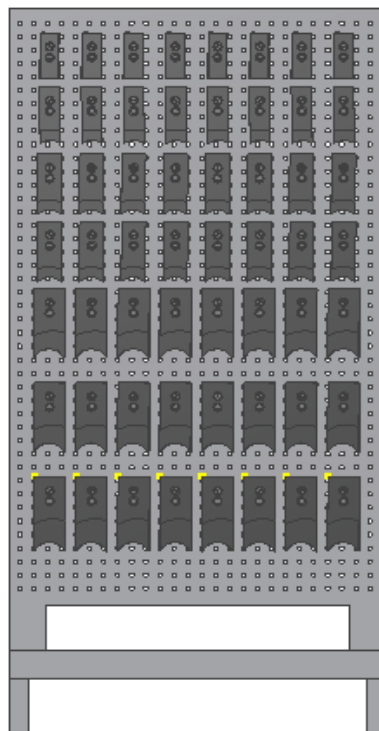


Obr. 19: Radiostanice s nabíječkou²³

- Soustružení čelistí – tento čas může zabírat značnou část, jestliže se objeví zakázka, která je primárně určena pro jiný stroj a tedy má atypické rozměry vzhledem k ostatním. Pak musí pracovník najít nejvíce vhodné čelisti a ty pak následně ještě poměrně dlouhý čas upravovat, jak je vidět z časů v Tab. 7, kde pohyb – hledání vhodných čelistí a následné soustružení čelistí, má velký podíl na celkovém času. Předějit tomu můžeme tím, že zakázky budou přiřazeny k vhodnému stroji, popřípadě rozšířit výběr čelistí.
- Příprava nástrojů - Rozšíření a řádné označení typu čelistí, by mohlo pomoci i během dalších zakázek, jak bylo zaznamenáno ze zkušeností zaměstnanců z minulých let, kdy byl výběr větší než aktuálně. Pracovník by si je mohl díky znalosti potřebných rozměrů najít před začátkem seřízení a následně při vhodném výběru stačila jen malá úprava, aby kus správně „chodil“ (měl požadovanou házivost). Označeny by mohly být jednoduše smývatelným fixem přímo na čelisti, jelikož se mění rozměry při soustružení, nebyla by jiná forma označení příliš vhodná.
- V pracovním prostoru stroje fungují zásady 5S nebylo by na škodu, rozšířit je i na stojan s čelistmi.
 1. Seiri = Vytříd' – čelisti, které už jsou příliš osoustružené a nebo se nevyužívají, je vhodné vyřadit.
 2. Seiton = Uspořádat – pro dobrou orientaci uspořádat například podle typu, či velikosti, řádně označit jednotlivé čelisti i po přesoustružení na nový rozměr.
 3. Seiso = Uklízet, čistit – vracet čelisti na své místo, pravidelně vyřazovat již nepoužitelné čelisti.
 4. Seiketsu = Standardizovat – začlenit do pravidelného úklidu pracoviště, nedovolit navrácení do původního stavu.
 5. Shitsuke = Vyžadovat disciplínu – pravidelné kontroly, požadování udržení standardu.



Obr. 21: Aktuální stav stojanu na čelisti



Obr. 20: Možná podoba stojanu

Pojízdný systémový stojan na kolečkách, oboustranný

Rozměry: 1686 x 1020 x 500 mm²⁴
(V x Š x H)

Cena: 10 871,- vč. DPH²⁴



Obr. 22: Systémový stojan²⁴

+ držáky na nářadí

Cena za 1 ks: 39,- vč. DPH²⁵

Na jednu stranu stojanu může
přijít přibližně 50 ks držáků.

Cena za 50 ks: 1 950 Kč²⁵



Obr. 23: Držák na nářadí²⁵

5 Zhodnocení a přínos

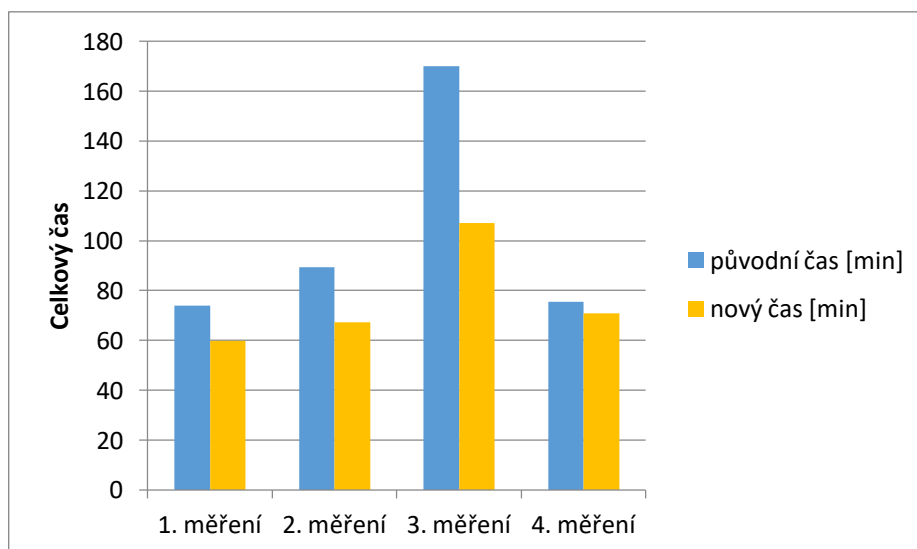
Časové a finanční zhodnocení je čistě orientační jelikož ze 4 měření nemohou být získána data adekvátní k přesnému výsledku. Avšak zavedením alespoň jednoduchého řádu a vyžadování jeho dodržování by mohlo vést k takovýmto úsporám.

Pracovníci vykonávají seřízení svým způsobem obvykle bez řádného rozmyslu, což se pak odráží na výsledcích měření.

Pro porovnání před a po aplikaci SMED uvádím tab. 19 a graf s výslednými časy původními a novými.

Tab. 15: Porovnání časů před a po zavedení SMED

	1. měření		2. měření		3. měření		4. měření	
kat.	původ. čas [min]	nový čas [min]	původ. čas [min]	nový čas [min]	původ. čas [min]	nový čas [min]	původ. čas [min]	nový čas [min]
MK	14.75	14.75	31.75	26.25	41.75	41.75	20.5	20.5
P	4.25	9.25	17	5.75	43.75	13.5	0.75	10.5
MD	10.75	5	7	2.75	13.5	22.5	13	4.75
SČ	5	9	2.75	6.75	22.5	6	4.75	9
SE	9	6	6.75	7.75	6	9.25	11.25	3.25
ÚP	7.25	2.75	7.25	4.75	9.25	1.75	3.25	2
PŘ	7	1.5	5	0	9.5	2.25	2	0
SP	5.25	0.75	0	2	9	0	0	0.75
Ú	0	0	0	0	5	0	0	0
celkový čas	74	59.75	89.25	67.25	170	107	75.5	70.75



Graf 10: Srovnání celkových časů před a po aplikaci SMED

Průměrný počet přestaveb na stroji Mori Seiki SL 300 B je odhadem 2 na směnu. Rok 2018 má 250 pracovních dní a na stroji se pracuje se na 3 směny.

Sazba tohoto stroje je 1000 Kč/h.

Průměrná úspora času na 1 přestavbu: $(4,75+63+22+14,25) \div 4 = 26 \text{ min}$

Průměrná úspora času za 1 rok: $250 \cdot (26 \cdot 2 \cdot 3) = 39\,000 \text{ min} = \mathbf{650 \text{ h}}$

Sazba stroje: 1000 Kč/h

Finanční úspora za 1 den: $(26 \div 60) \cdot 1000 = 433 \text{ Kč}$

Finanční úspora za 1 rok: $433 \cdot 250 = \mathbf{108\,250 \text{ Kč}}$

Pokud by se každému pracovníkovi podařilo průměrně ušetřit 26 min na seřízení mohla by být celková úspora za rok přibližně 650 h. Firma by tedy mohla ušetřit 108 250 Kč, pouze vyloučením činností, které mohly být provedeny před začátkem seřízení a vyvarování se zbytečných chyb, čekání a hledání.

Po přijetí dalších opatření by mohly být úspory ještě vyšší, nesou sebou však náklady spojené s pořízením, například radiostanice, pro potřeby úseku soustružny je vhodné umístit alespoň na 4 pozice vždy společné pro několik strojů a 1 stanici pracovníkovi pověřenému kontrolou.

Tedy pořízení 5 radiostanic vhodných do ztížených podmínek, kdy nejnižší cena začíná na 2 360 Kč s DPH²³, by mohlo vyjít přibližně na 12 000 Kč.

Rozšíření výběru čelistí by zaměstnancům usnadnilo a urychlilo práci, jak bylo zaznamenáno i ze zkušeností zaměstnanců z minulé doby, kdy byl výběr větší než aktuálně.

Nový stojan na čelisti by mohl působit přehledněji s možností vyvěšení více typů. Stojan by mohl přijít přibližně na 13 000 Kč.

Závěr

Cílem práce, byla aplikace metody SMED a snížení plýtvání ve výrobním podniku. V teoretické části byla uvedena historie a základní principy štíhlé výroby, druhy plýtvání a vysvětlení konkrétní metody SMED.

V podniku mi bylo umožněno naměřit několik seřízení a na jejich základě jsem provedla analýzu jednotlivých činností.

První 3 měření probíhaly během seřízení nových zakázek, navíc je-li zakázka zaslána na stroj, u kterého je obvyklý jiný typ výrobků (3. měření), může se seřízení radikálně prodloužit.

4. měření je provedeno na opakující se zakázce, pracovník má nástroje nachystané avšak čas se prodlužuje díky komplikovanosti výrobku – jeho dlouhého soustružení a měření.

Analýzou bylo zjištěno, že ve většině případů, se začíná s chystáním materiálu, nástrojů a měřidel až během seřízení což způsobuje ztráty v časech seřízení, nepromyšlené pohyby a úkony jsou zdrojem plýtvání.

Jelikož pracovníci mají orientační řád činností před a po seřízení, měla by probíhat kontrola, zda jsou tyto činnosti opravdu prováděny.

Na stroji Mori Seiki není žádná z hlavních součástí snadno demontovatelná, na montáži a demontáži tedy příliš uspořit nelze, pouze by šlo pár minut snížit použitím pneumatického nářadí i na nástroje.

Ustálení výrobního programu by časy seřízení mohlo zásadně ovlivnit, avšak strategie podniku se zakládá na různorodosti.

Doporučuji rozšíření 5S i na úložné prostory mimo pracovní prostory jednotlivých strojů, jak již bylo zmíněno například na stojan s čelistmi, který patří ke konkrétnímu stroji a pravidelně dohlížet na udržování pořádku.

Po vyhodnocení analýzy bylo vypočtená úspora času přibližně 650 h za rok, pouze vyřazením několika činností. To se může projevit 108 250 Kč, které je možno teoreticky za rok ušetřit.

Literatura

1. JIRÁSEK, Jaroslav. *Štíhlá výroba*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-394-4.
2. LIKER, Jeffrey K. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill, c2004. ISBN 0071392319.
3. KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
4. MAŠÍN, Ivan. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
5. IPA SLOVNÍK: Štíhlá výroba - lean. *IPA* [online]. 2014 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/stihla-vyroba-lean>
6. 7 Wastes. *Lean Manufacturing Tools: 7 Wastes of Lean Manufacturing* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://leanmanufacturingtools.org/77/the-seven-wastes-7-mudas/>
7. The 8 Deadly Lean Wastes - DOWNTIME. *PEX* [online]. 2015 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <https://www.processexcellencenetwork.com/business-transformation/articles/the-8-deadly-lean-wastes-downtime>
8. ŠTÍHLÁ VÝROBA - LEAN PRODUCTION. *SyNext* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>
9. 5S. *SVĚT PRODUKTIVITY* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/slovník-5S.htm>
10. TPM. *MANAGEMENT MANIA* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/tpm-total-productive-maintenance>
11. Kanban. *PRODUKTIVITA.CZ: Metody PI* [online]. 2007 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/kanban.html>
12. Standardizace. *www.efektivniprocesy.cz* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.efektivniprocesy.cz/standardizace.html>
13. Kaizen. *SVĚT PRODUKTIVITY* [online]. [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/Kaizen.htm>
14. Poka-Yoke. *PRODUKTIVITA.CZ: Metody PI* [online]. 2007 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/poka-yoke.html>
15. Týmová práce. *IPA* [online]. 2014 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/tymova-prace>

16. IPA SLOVNÍK: SMED. *IPA* [online]. 2014 [vid. 2017-12-09]. Dostupné z:
<https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/smed>
17. Výrobní program. *NOVOGEAR Technologies* [online]. [vid. 2017-12-10]. Dostupné z:
<http://novogear.jobs.cz/vyrobní-program/>
18. Historie. *HUMBEL Gear Technology* [online]. [vid. 2017-12-10]. Dostupné z:
<http://www.humbel-gears.com/cz/company/history>
19. Produktivita. *WIKIPEDIE* [online]. [vid. 2017-4-01]. Dostupné z:
<https://cs.wikipedia.org/wiki/Produktivita>
20. Rychlá změna SMED. SlideShare [online]. [vid. 2018-04-09]. Dostupné z:
<https://www.slideshare.net/sedlacek/rychl-zmna-smed>
21. LEXIKON METOD PI: SMED (Single Minute Exchange of Die). CIE group [online].
[vid. 2018-04-09]. Dostupné z: <http://www.cie-group.cz/lexikon-metod-pi/metody/smed/>
22. SMED. PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ [online]. [vid. 2018-04-09]. Dostupné z:
<http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/?s=SMED>
23. Aلمات.cz: Drobná elektronika [online]. [vid. 2018-04-27]. Dostupné z:
https://www.alemat.cz/detewe-outdoor-8000-duocase-vysoce-odolne-radiostanice?&gclid=Cj0KCQjw8YXXBRDXARIsAMzsQuVcn5HhklLpZG6wrC4mqiL-WTRnjbaj42Y9gfAD78wNn1o3N-9iUPkaAh-WEALw_wcB#_tab=description
24. TechnoBank: Pojízdné systémové stojany [online]. [vid. 2018-04-29]. Dostupné z:
<https://www.kovovy-nabytek.cz/des-102p-30u-k01/>
25. TechnoBank: Držáky nářadí [online]. [vid. 2018-04-29]. Dostupné z:
<https://www.kovovy-nabytek.cz/dep-2a-d150-i/>

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat firmě Novogear s.r.o. za umožnění vypracování mé bakalářské práce a poskytnutí potřebných informací, také jejím zaměstnancům za rady a poznatky z praxe.

Dále vedoucí této práce Ing. Schindlerové Vladimíře, Ph.D. za podporu, vstřícnost a ochotu pomoci při vypracování.

Seznam obrázků

Obr. 1: Struktura štíhlého podniku ³	11
Obr. 2: Procesy výroby ⁵	11
Obr. 3: 8 zdrojů plýtvání (vlastní zprac.)	12
Obr. 4: Cyklus zvyšování produktivity ¹⁹	16
Obr. 5: Princip SMED ³	18
Obr. 6: Poloha závodů společnosti HUMBEL ¹⁸	19
Obr. 7: První výrobní prostory ¹⁸	20
Obr. 8: Nová výrobní hala v ČR ¹⁸	20
Obr. 9: Přímé ozubení ¹⁷	21
Obr. 10: Vnitřní ozubení ¹⁷	21
Obr. 11: Kuželové ozubení ¹⁷	21
Obr. 12: Šikmé ozubení ¹⁷	21
Obr. 13: Kalkulačka časů	22
Obr. 14: Pracovní plocha	23
Obr. 15: Uspořádání šuplíku	23
Obr. 16: Uspořádání šuplíku	23
Obr. 17: Popis pracoviště	24
Obr. 18: Popis stroje	24
Obr. 19: Radiostanice s nabíječkou ²³	41
Obr. 20: Možná podoba stojanu	43
Obr. 21: Aktuální stav stojanu na čelisti	43
Obr. 22: Systémový stojan ²⁴	43
Obr. 23: Držák na nářadí ²⁵	43

Seznam tabulek

Tab. 1: Kategorie činností.....	25
Tab. 2: Analýza 1. měření.....	26
Tab. 3: Analýza 2. měření.....	27
Tab. 4: Analýza 3. měření.....	28
Tab. 5: Analýza 4. měření.....	30
Tab. 6: Shrnutí dat analýzy (uvedené hodnoty jsou minutách)	31
Tab. 7: Aplikace SMED pro 1. měření.....	32
Tab. 8: Nové časy pro 1. měření	34
Tab. 9: Aplikace SMED pro 2. měření.....	35
Tab. 10: Nové časy pro 2. měření	36
Tab. 11: Aplikace SMED pro 3. měření.....	37
Tab. 12: Nové časy pro 3. měření	38
Tab. 13: Aplikace SMED pro 4. měření.....	39
Tab. 14: Nové časy pro 4. měření	40
Tab. 15: Porovnání časů před a po zavedení SMED.....	44

Seznam grafů

Graf 1: Zastoupení jednotlivých kategorií 1. měření	26
Graf 2: Zastoupení jednotlivých kategorií 2. měření	27
Graf 3: Zastoupení jednotlivých kategorií 3. měření	28
Graf 4: Zastoupení jednotlivých kategorií 4. měření	30
Graf 5: Shrnutí dat analýzy (uvedené hodnoty jsou minutách)	31
Graf 6: Úspory času 1. měření	34
Graf 7: Úspory času 2. měření	37
Graf 8: Úspory času 3. měření	39
Graf 9: Úspory času 4. měření	41
Graf 10: Srovnání celkových časů před a po aplikaci SMED	44

Seznam příloh

Příloha A: 1. měření přestavby stroje

Příloha B: 2. měření přestavby stroje

Příloha C: 3. měření přestavby stroje

Příloha D: 4. měření přestavby stroje